

Actividad	Resultado	Observación
		<p>una robusta base de datos que incluye años de monitoreos y miles de bioensayos, caracterizando la variabilidad química y biológica de sus sistemas fluviales, permitiendo hacer una adecuada gestión" (p. 109).</p> <p>Se menciona además que se debe realizar un análisis de sensibilidad y análisis de importancia para determinar aquellas variables que influyen en mayor medida en el resultado final.</p>

3.3 ANÁLISIS DE LAS CONCLUSIONES

La Tabla 3 presenta las observaciones a las conclusiones incluidas en el estudio, principalmente respecto a cómo se fundan en los resultados.

Tabla 3 Observaciones a las conclusiones del informe 1

Conclusión	Comentario
i. Se recopiló un total de 87 estudios los cuales permitieron la compilación de antecedentes técnicos y científicos. Esta información fue anexada en una base de datos digital en un CD.	Corresponde a metodología.
ii. A pesar de que se conoce una amplia gama de actividades que ejercen presión sobre el sistema hídrico, la cuenca posee en general una buena calidad de aguas.	Esto se contradice con los resultados de este estudio, donde se encontraron cocientes de riesgo ecológico mucho mayores que uno para la mayoría de los parámetros analizados. No se discute esta contradicción.
iii. Para este estudio se seleccionaron 10 de las 17 estaciones de monitoreo de la DGA del río Valdivia para la cuenca del río Cruces, específicamente aquellas aledañas al SNCA.	Corresponde a metodología. También se incluyen estaciones de Arauco.
iv. La base de datos de parámetros físico químicos fue elaborada principalmente a partir de la información generada por la red de monitoreo de la DGA...	Corresponde a metodología.
v. Para el análisis del santuario no se consideraron estaciones de monitoreo que se encuentran fuera del área de estudio...	Corresponde a metodología.
vi. La base de datos de calidad de aguas de la cuenca del río Cruces presenta 68 parámetros, que presentan un promedio de 170 datos.	De acuerdo.
vii. Se constata que la mayoría de los parámetros químicos (33 de 68) presentan más del 50% de sus datos bajo los límites de detección.	Debería indicarse si éste fue el criterio cuantitativo para excluir parámetros de la propuesta de NSCA, en base a los límites de detección.
viii. El principal aporte de la integración y complementación de bases de datos (DGA, CONAMA-DIRECTEMAR, SERNAGEOMIN y ARAUCO) permitió cumplir con los criterios establecidos en este estudio para el análisis de la data y para complementar información de calidad de aguas en puntos intermedios de los segmentos en relación a parámetros que la DGA no presenta mediciones.	De acuerdo.
ix. El análisis de los parámetros muestra la formación de dos grupos altamente diferenciados, agrupándose las estaciones que se localizan en la parte baja de la cuenca de aquellas que se ubican en la parte media y alta de la cuenca.	De acuerdo. Esto estaría relacionado con la influencia marina en la parte baja de la cuenca.

Conclusión	Comentario
x. Las estaciones E14 y E15 localizadas en la sección baja de la subcuenca conforman un grupo 100% homogéneo, que presentan usos preferentemente agrícolas, praderas y renoval nativo. Por otro lado, se advierte la conformación de un grupo constituido por las estaciones E11, E12, E13, E8, E9, E10, E5 y E6 con un alto nivel de similaridad del 89% localizada en la parte media y alta de la cuenca.	Nuevamente, esto tiene que ver más con la influencia marina, que con los usos de suelo.
xi. Destacan en la sección alta de la subcuenca los usos de praderas, agrícola, renoval nativo, plantaciones, urbano e industrial donde resaltan los componentes químicos de nitratos, DQO, oxígeno y de algunos metales como Al y Cu lo que muestra la influencia de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua.	De acuerdo.
xii. De acuerdo a las bases de datos utilizadas, se estimaron los estadísticos descriptivos de rigor y percentiles para 65 de los 68 parámetros analizados en este estudio, lo que representa el 95,5% del total de parámetros.	De acuerdo.
xiii. El cálculo de WQI se realizó con 8 parámetros (pH, CE, OD, Cl ⁻ , SO ₄ ⁻ , Al, NO ₃ ⁻ y DQO), los cuales presentan data para todas las estaciones seleccionadas en este estudio.	Corresponde a metodología.
xiv. Todas las estaciones presentan una calidad definida como regular según los niveles de WQI. Es importante señalar que la determinación de los parámetros, forma de calcular las categorías de normalización y la importancia relativa de los parámetros, debe ser consensuada por los diferentes actores y definida finalmente en forma posterior a una sensibilización estadística.	Como se señala, la metodología de cálculo de WQI debe ser consensuada primero.
xv. Este índice permite integrar la calidad de diferentes parámetros...	De acuerdo. Se menciona la potencial relevancia del WQI como índice complementario a las NSCA.
xvi. Un total de 43 elementos y/o compuestos no cumplen con los criterios establecidos para el análisis de selección para la Norma secundaria, debido a problemas con los límites de detección, concentraciones naturales, baja variabilidad e insuficiente data histórica.	Faltan criterios cuantitativos de exclusión. Sólo en el caso de insuficiente data histórica se indica que se considerarán parámetros con al menos 8 monitoreos consecutivos.
xvii. Un total de 29 elementos y/o compuestos cumplen con los requisitos para análisis y selección para las NSCA...	Nuevamente, los criterios de selección son poco cuantitativos.
xviii. De acuerdo a la consulta de expertos realizada para la selección de especies ecológicamente relevantes, se estableció que, de un total de 282 especies registradas en el listado preliminar, se seleccionaron 34 especies que cumplieron con los criterios previamente establecidos...	El principal criterio era (ponderación 60%) la posibilidad de mantención y cultivo, por lo que difícilmente se puede hablar de especies ecológicamente relevantes. Adicionalmente, tampoco se ha estudiado la estructura del ecosistema acuático.
xix. Es relevante el desarrollo del listado obtenido, ya que ha permitido reducir la incertidumbre (al menos de manera cualitativa) que actualmente existe respecto a qué tipo de especies se deben emplear en bioensayos, sobre todo si se tiene presente que para Chile el 80% de los trabajos realizados en organismos acuáticos son de carácter descriptivo.	Esta metodología de selección debe discutirse y validarse. Los criterios ecológicos de selección son secundarios, por lo que no se ve como este listado disminuya la incertidumbre ni siquiera de manera cualitativa respecto de las especies a considerar en bioensayos.
xx. Las especies seleccionadas, consideradas como recomendables para la realización de bioensayos, podrían responder a distintos objetivos de programas ecotoxicológicos ya que de ellas se contarían con la información necesaria de sus características y relevancia ecológica, presentarían facilidad de cultivo...	Si no se conoce la estructura ecológica del humedal, no se puede decir que se contaría con la información necesaria de su relevancia ecológica. Se omite además que se privilegiaron especies indicadoras de buena calidad de agua.

Conclusión	Comentario
xxi. Las especies seleccionadas deberán ser consideradas en su sentido funcional como potenciales candidatos a ser utilizadas en bioensayos ecotoxicológicos estandarizados, y así estimar para diversos xenobióticos, los valores LC50 tendientes a proteger el sistema acuático y que sirvan de base para la dictación de los valores críticos en la futura NSCA para el río Cruces.	Estas especies no han sido validadas respecto de su relevancia ecológica, por lo que no deberían ser recomendadas antes de llevar a cabo los estudios ecológicos faltantes en el SNCA.
xxii. Los parámetros Al, N(NH ₄ ⁺), Cu, Fe, Mn y Zn para las estaciones a las cuales se les determinó exposición (E3 Cruces en Rucaco y E6 Celco 3) presentan valores mayores a 1, lo que significa que hay potencial riesgo ecológico para los organismos expuestos.	Existe sesgo al haber elegido estas dos estaciones y no haber aplicado la metodología a todas las estaciones en el área de influencia del SNCA. No se explica la variabilidad de los valores obtenidos, ni se realiza un análisis de sensibilidad.
xxiii. La determinación de niveles de protección estimados a partir de una evaluación de riesgo ecológico, debiera incluir tanto la variabilidad como la incertidumbre inherente al problema, para lo cual se deben utilizar métodos de simulación probabilística, que introducen una serie de ventajas por sobre los enfoques determinísticos. Complementariamente los enfoques probabilísticos de estimación del riesgo ecológico incorporan la variabilidad e incertidumbre asociadas a las respuestas ecotoxicológicas de los diversos niveles tróficos, permitiendo realizar estimaciones de niveles de protección que efectivamente protegen los ecosistemas.	No se discute la suficiencia de información y estudios necesarios que se requieren para implementar adecuadamente el enfoque probabilístico, ni se incluye información de validación de este enfoque, por ejemplo, respecto de su aplicación en normas extranjeras.

3.4 USO QUE SE LE DA AL DOCUMENTO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE NSCA

Los resultados de la evaluación de riesgo ecológico de este estudio no influyeron en las NSCA, al ser considerada esta evaluación de riesgo como una teórica. La importancia de este estudio fue la selección de especies locales, realizada por un panel de expertos, para ser considerada en la ERE con especies locales/nativas. Sin embargo, en el estudio de ERE con especies locales/nativas realizado, prácticamente no se tomó en cuenta este listado, ya que finalmente primó un enfoque "ecotoxicológico" de selección de las especies más sensibles para realizar los bioensayos.

Este estudio fue presentado en la 9ª reunión del comité operativo de las NSCA para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia el 21 de diciembre de 2009 y presentado a la 3ª reunión del comité ampliado el mismo día. No se incluyen observaciones a la metodología y alcance del estudio en el expediente de la norma, por lo que aparentemente no hubo un proceso de revisión de pares.

4 ANÁLISIS CRÍTICO DEL INFORME 2 "EVALUACIÓN DE RIESGO ECOLÓGICO PARA EL SANTUARIO DE LA NATURALEZA CARLOS ANWANDTER COMO APOYO A LA ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS"

En esta sección, se realiza un análisis crítico del documento "Evaluación de riesgo ecológico para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter como apoyo a la elaboración del anteproyecto de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, Región de los Ríos". Está estructurada en las siguientes sub-secciones:

- Análisis de la metodología.
- Análisis de los resultados y discusión.
- Análisis de las conclusiones.
- Uso que se le da al documento en el proceso de elaboración de NSCA.

4.1 ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA

El objetivo general de este estudio fue establecer los niveles máximos de tolerancia de las especies locales con mayor relevancia ecológica y sensibilidad en el SNCA, a través de la ERE. Los objetivos específicos fueron:

1. Determinación de los niveles de sensibilidad o tolerancia máxima a determinados contaminantes sobre las especies estandarizadas y especies locales de mayor relevancia ecológica.
2. Determinación de la relación existente entre los niveles de sensibilidad o tolerancia máxima de las especies locales v/s las especies estandarizadas.
3. Propuesta de niveles de calidad ambiental (valor de norma) sobre la base de la ERE en las especies de relevancia ecológica en el SNCA.

La Tabla 4 presenta las observaciones a la metodología del estudio. Las observaciones se refieren a si hay suficiente información como para que la metodología pueda ser replicada, si quedó establecido que representa el consenso científico, y si está suficientemente respaldada y validada. Las actividades de la primera columna de la tabla son aquellas informadas y descritas en el estudio.

Tabla 4 Observaciones a la metodología del informe 2

Actividad	Descripción	Observación
1. Selección e identificación de las especies locales de relevancia ecológica y el rol ecológico de las especies seleccionadas para los bioensayos en el SNCA.	A partir del listado de todas las especies conocidas en el SNCA, un panel de expertos determinó 33 especies a ser utilizadas en los bioensayos de toxicidad. Este listado tuvo que ser modificado porque: 1) algunas de las especies no fueron encontradas o tenían bajas abundancias, 2) hubo problemas de cultivo con algunas de ellas, y 3) la selección se basó en fundamentos teóricos. Se consideró al menos un taxón de cada uno de los niveles tróficos que conforman la	Las especies seleccionadas no son necesariamente relevantes en el ecosistema, ya que el principal criterio de selección fue su facilidad de mantención o cultivo en laboratorio (ponderación 60%), mientras que los criterios de abundancia y rol trófico tuvieron una ponderación de solo 10% cada uno. No se detallan los criterios bajo los cuales fueron seleccionadas las nuevas especies, ni eliminadas las originales. Tampoco se incorporan las recomendaciones del informe de la UACH (2008) respecto de especies relevantes a considerar en bioensayos.

Actividad	Descripción	Observación
	estructura funcional que caracteriza este ecosistema (fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados, peces y macrófitas).	
2. Establecimiento y mantención de cultivos de las especies locales de mayor relevancia ecológica (fitoplancton, zooplancton, ictiofauna, macrofauna bentónica y macrófitas).	Se describen los métodos de cultivo de las especies estandarizadas <i>Selenastrum capricornutum</i> (alga verde), <i>Daphnia obtusa</i> y <i>Oncorhynchus mykiss</i> (pez). Los puntos de muestreo de las especies de fito y zooplancton de especies locales fue el SNCA en el sector Punucapa (<i>Chlorella sp.</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Daphnia ambigua</i> , <i>Simocephalus sp.</i> , <i>Simosa sp.</i> , <i>Skistodiaptomus diabolicus</i> y <i>Acanthocyclops vernalis</i>). El punto de muestreo de macrofauna bentónica fue el río Codihue, afluente del lago Colico. Los cultivos se realizaron con ejemplares del género <i>Meridialaria sp</i> y de la familia <i>Chironomidae</i> .	No se justifica la elección de las especies estandarizadas; sólo se menciona que es posible encontrar <i>Daphnia obtusa</i> en lagos norpatagónicos. No se justifica el muestreo de especies de macrofauna bentónica de otro ecosistema, uno de baja actividad antrópica (p. 37).
3. Determinación de efectos: realización y validación de bioensayos sobre las especies de relevancia ecológica del SNCA y en las especies estandarizadas considerando diferentes niveles tróficos.	<p>La Tabla 3 (p. 38) muestra el listado de 14 especies seleccionadas para los bioensayos (3 estandarizadas, 9 locales y 2 del río Codihue/nativas). En el caso de una de estas dos últimas, se indica erróneamente la especie <i>Paratanytarsus grimmii</i> en la Tabla 3, ya que la macrofauna bentónica sólo fue caracterizada hasta el nivel de familia y no de especie (p. 46).</p> <p>Los organismos fueron expuestos a distintas concentraciones de 5 metales (Al, Cu, Fe, Mn y Zn). Se determinó la concentración letal media (LC50) con un 95% de confianza.</p> <p>La Tabla 5 (p. 41) resume las condiciones en que fueron llevados a cabo los bioensayos (LC50, 48 h) con <i>Daphnia obtusa</i> (especie estandarizada de zooplancton).</p> <p>La Tabla 7 (p. 44) resume las condiciones en que fueron llevados a cabo los bioensayos (LC50, 96 h) con <i>Selenastrum capricornutum</i> (especie estandarizada de fitoplancton).</p> <p>La Tabla 8 (p. 49) resume las condiciones en que fueron llevados a cabo los bioensayos (LC50, 96 h) con <i>Leptophlebiidae</i>.</p> <p>Para las <i>Chironomidae</i> se explican las fases metodológicas a emplear para su cultivo en laboratorio hasta la obtención de larvas.</p> <p>La Tabla 12 (p. 57) resume las condiciones en que fueron llevados a cabo los bioensayos (LC50, 96 h) con individuos de la familia <i>Galaxiidae</i>. Los ensayos se realizaron con juveniles.</p> <p>La Tabla 15 (p. 59) resume las condiciones en que fueron llevados a cabo los bioensayos (LC50, 96 h) con la especie estandarizada de peces <i>Oncorhynchus mykiss</i>. Los ensayos se realizaron con adultos.</p> <p>Para los ensayos con macrófitas se seleccionó la especie <i>Myriophyllum aquaticum</i>. Se menciona que se realizaron ensayos de</p>	<p>De las 11 especies locales/nativas seleccionadas, sólo 2 fueron preseleccionadas por el panel de expertos (18%). Además, se les asignó mucha más importancia relativa a las especies de zooplancton con un 45%, mientras que, en el listado del panel, este grupo sólo representaba el 9%. Este es un sesgo importante no discutido, ya que este nivel trófico podría ser más sensible.</p> <p><u>No se informan las condiciones en que fueron realizados los ensayos con las especies locales de zooplancton y fitoplancton</u>, por lo que este estudio no podría ser replicado.</p> <p>En la p. 45 se justifica la selección de las especies de macrofauna bentónica. Por una parte, su alta abundancia en el ambiente natural, y por otra su condición de especie indicadora de buena calidad en el caso de <i>Meridialaris sp.</i> y su amplia distribución en el territorio en el caso de <i>Chironomidae</i>; sin embargo, no se discute su obtención desde otro ecosistema.</p> <p>Para las <i>Chironomidae</i> no se explican las condiciones de los bioensayos.</p> <p>Para los bioensayos con peces se seleccionaron individuos de la especie <i>Galaxias maculatus</i>, colectados en el río Cruces y tributarios en un área aledaña a la comuna de Lanco (p. 54). No se indican coordenadas. El criterio de selección fue la alta abundancia en el ambiente natural, su condición de especies indicadoras de buena calidad y su amplia distribución en el territorio natural (p. 56). No se respalda esta información ni con referencias ni mediciones en terreno, por lo que la selección pudo ser arbitraria. Nuevamente se presenta información contradictoria respecto de la utilización en bioensayos de individuos de la familia <i>Galaxiidae</i> vs individuos de la especie <i>Galaxiidae maculatus</i>.</p> <p>Respecto de los ensayos con peces no se discute por qué se trabajó con especies juveniles en el caso de la (o las) especies de la familia <i>Galaxiidae</i>, comparado con la especie estandarizada.</p> <p>No se especifican las condiciones del bioensayo con</p>

Actividad	Descripción	Observación
	<u>toxicidad crónica</u> basado en la medición de la cantidad de clorofila. Se explica el método de medición de clorofila.	plantas macrófitas ni de donde se obtuvieron los individuos.
4. Caracterización del riesgo mediante la determinación de valores de RQ sobre la base de la información obtenida de los bioensayos de las especies locales, estandarizadas y la determinación de los factores de seguridad para la protección de especies locales.	<p>Se utilizó la metodología <u>propuesta por Medina & Encina (2004)</u>.</p> <p>Se incorporó en el análisis la variabilidad e incertidumbre <u>utilizando una modificación de la metodología de Van Straalen & Denneman (1989)</u>, para estimar el porcentaje de especies protegidas para un nivel de exposición determinada.</p> <p>Las concentraciones de no efecto PNEC se calcularon aplicando un Factor de Evaluación de 50 y 100 a los LC50 de acuerdo a lo recomendado por la OECD (1992).</p> <p>El valor propuesto para las NSCA corresponde al valor de PNEC que protege al 70% de las poblaciones expuestas.</p>	<p>Los autores se auto-referencian para documentar la metodología (publicación no científica), y además mencionan haber utilizado una metodología modificada de otros autores. No parece que la metodología esté suficientemente validada ni incorporada por agencias ambientales internacionales.</p> <p>Los valores de Factores de Evaluación y de porcentaje de protección de especies no están suficientemente validados, ni tampoco se realizó un análisis de sensibilidad.</p>

No hay suficiente información como para replicar los bioensayos para varias de las especies. Los criterios de selección no están suficientemente respaldados ni consensuados. La metodología del cálculo del riesgo ecológico tampoco parece suficientemente consensuada, ni validada.

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 5 presenta las observaciones a los resultados obtenidos para cada actividad realizada en el estudio. Las actividades en la primera columna de la tabla son las informadas en el estudio. En las observaciones se incluyen apreciaciones respecto de si los resultados son consistentes con la metodología y objetivos planteados, si se realiza el análisis adecuado, y de cómo se relacionan con estudios previos.

Tabla 5 Observaciones a los resultados del informe 2

Actividad	Resultado	Observación
1. Selección e identificación de especies locales de relevancia ecológica y el rol ecológico de las especies seleccionadas para los bioensayos en el SNCA.	<p>En base al <u>enfoque ecotoxicológico</u>, las especies seleccionadas para los bioensayos fueron (p. 66):</p> <p>Fitoplancton: <i>Selenastrum capricornutum</i>, <i>Scenedesmus quadricauda</i>, <i>Chlorella sp.</i></p> <p>Zooplancton: <i>Daphnia obtusa</i>, <i>Daphnia ambigua</i>, <i>Simocephalus sp.</i>, <i>Acanthocyclops vernalis</i>, <i>Simosa sp.</i>, <i>Skistodiptomus diabolicus</i>.</p> <p>Macroinvertebrados bentónicos: <i>Meridialaris sp.</i>, <i>Paratanytarsus grimmii</i>.</p> <p>Peces: <i>Galaxias maculatus</i>, <i>Oncorhynchus mykiss</i>.</p> <p>Macrófitas: <i>Myriophyllum sp.</i></p> <p>Se incluyen fichas con la descripción y caracterización del rol ecológico de las especies seleccionadas y de otras especies presentes en el SNCA.</p>	<p>Se menciona en la p. 64 que un criterio para seleccionar especies ecológicamente relevantes es como todas aquellas altamente conectadas o generalistas, y se agrega que "La selección de estas especies altamente conectadas conlleva conocer y entender todas las características tróficas de las especies, es decir, todas las interacciones de las especies en su contexto de la red ecológica y a su vez como éstas se conectan con otras especies". Como se indica a continuación, este conocimiento del SNCA no está disponible; sólo se conoce la composición biológica cualitativamente. Se requiere conocer las relaciones de alimento y las fuerzas de interacciones entre las especies. Por lo tanto, la selección de las especies ecológicamente relevantes se realizó mediante un panel de expertos.</p> <p>Luego, se menciona un nuevo criterio para la selección de especies, el cual no se respalda con ninguna cita, el enfoque ecotoxicológico. <u>Éste</u> implica la selección de especies relevantes del</p>

Actividad	Resultado	Observación
		<p>ecosistema en función del grado de sensibilidad a la exposición de un contaminante y no por las interacciones tróficas de las especies. Se argumenta que las especies claves no necesariamente son las más sensibles a los contaminantes y por lo tanto la protección del ecosistema se vería amenazada (p.65). Bajo este enfoque es necesario reconocer las especies sensibles, para lo cual se recurrió a la metodología de panel de expertos.</p> <p>El efecto de seleccionar las especies más sensibles para la ERE obedece a un criterio preservacionista, que resulta en valores de NSCA más exigentes.</p> <p>Se concluye que la protección de especies sensibles permite proteger a otros organismos, independiente del rol trófico que las especies juegan en el SNCA. Según el estudio no es de interés proteger especies claves (de alto nivel trófico, que mantienen altos niveles de diversidad biológica), ya que ellas podrían ser resistentes a la contaminación. Adicionalmente, el rol ecológico de las especies seleccionadas no sería el factor más relevante para propiciar la protección del ecosistema, sino cuan sensibles son a la contaminación (p. 67). De esta forma, se obtienen valores de NSCA más exigentes para la protección del ecosistema (p. 67).</p> <p>Las fichas de descripción en muchos casos son incompletas, sólo a nivel de familia como es el caso de la <i>Cyclopidae</i> que incluye a las especies <i>Acanthocyclops vernalis</i> y <i>Skistodiaptomus diabolicus</i>. Es decir, estas últimas especies seleccionadas no están descritas.</p> <p>El enfoque de selección de especies utilizado en este estudio es preservacionista y no conservacionista, es decir, no se permitiría, alteración alguna del ecosistema SNCA. Además, la aplicación del criterio es arbitraria, ya que sólo un porcentaje menor de las especies seleccionadas por el panel de expertos fue utilizado.</p> <p>La utilización del criterio ecotoxicológico tampoco se ajusta a normas internacionales o procedimientos recomendados. No se justifica si las especies utilizadas son las más sensibles, por lo que el grado de protección es incierto.</p>
<p>2. Establecimiento y mantención de cultivos de las especies locales de mayor relevancia ecológica (fitoplancton, zooplancton, ictiofauna, macrofauna bentónica y macrófitas).</p>	<p>Se presentan las condiciones de cultivo de las especies estandarizadas de fito y zooplancton (<i>Daphnia obtusa</i> y <i>Selenastrum capricornutum</i>).</p> <p>Luego se presentan las condiciones de aislamiento y masificación de las especies locales de fitoplancton y zooplancton; aislamiento y cultivo de rotíferos; aislamiento y cultivo de copépodos; aislamiento y cultivo de cladóceros; y cultivo de macrofauna bentónica (sólo <i>Chironómidos</i>).</p>	<p>Los procedimientos de aislamiento y cultivo no fueron referenciados. En el caso del zooplancton (la mayoría de las especies utilizadas en bioensayos pertenecen a esta categoría), sólo se entrega información general. No se informan los métodos de aislamiento y cultivo de las especies seleccionadas para los bioensayos (<i>Daphnia ambigua</i>, <i>Simocephalus sp.</i>, <i>Acanthocyclops vernalis</i>, <i>Simosa sp.</i>, <i>Skistodiaptomus diabolicus</i>). En la p. 95 se menciona que sólo posiblemente se aisló individuos del orden <i>Acanthocyclops</i>. No se presenta información sobre <i>Meridialaris sp.</i> (macrofauna bentónica).</p> <p>Sin la información de aislamiento y cultivo de las especies, no se puede reproducir y validar los</p>

Actividad	Resultado	Observación
		bioensayos.
3. Determinación de efectos: realización y validación de bioensayos sobre las especies de relevancia ecológica del SNCA y en las especies estandarizadas considerando diferentes niveles tróficos.	<p>Se presenta información de validación de bioensayos con dicromato de potasio para las especies: <i>Selenastrum capricornutum</i>, <i>Chlorella sp.</i>, <i>Daphnia obtusa</i>, <i>Daphnia ambigua</i>, <i>Meridialaris sp.</i>, <i>Paratanytarsus grimmii</i>, <i>Oncorhynchus mykiss</i>.</p> <p>Resultados de bioensayos de toxicidad (Tabla 27, p. 119).</p> <p>En la Tabla 28 (p. 124) se resume la información ecotoxicológica y se compara con información de la literatura (EPA).</p>	<p>De las 14 especies seleccionadas, sólo se presenta información de validación de bioensayos para 7 especies.</p> <p>En la p. 123 se menciona que no fue posible estimar valores de toxicidad crónica NOEC y LOEC para <i>Myriophyllum sp.</i>, debido a la baja actividad fotosintética de las plantas capturadas. Sin embargo, acto seguido se informa que en base a resultados preliminares fue posible establecer valores LOEC. No se discute la validez de estos resultados preliminares.</p> <p>Cabe destacar que el mayor número de especies recomendadas por el panel de expertos para realización de bioensayos correspondió a esta categoría de macrófitas. En ninguna parte del estudio se informa como esta información de toxicidad crónica sería considerada en la elaboración de NSCA.</p> <p>La comparación con la literatura (Tabla 28, p. 124) es muy general, como para validar los resultados obtenidos.</p>
4. Caracterización del riesgo sobre la base de la información obtenida de los bioensayos de las especies locales, estandarizadas y la determinación de los factores de seguridad para la protección de especies locales.	<p>La Tabla 30 (p. 128) presenta los percentiles para las concentraciones de Al, Cu, Fe, Mn y Zn para las estaciones E1-E6 (Informe UCT 2009).</p> <p>La Tabla 31 (p. 129) muestra la relación entre la fracción disuelta y la fracción total de metales (tomada del informe UACH 2008), la cual se resume en Tabla 32.</p> <p>Las Tablas 33-37 muestran las concentraciones de no efecto PNEC y porcentajes de especies protegidas para Al, Cu, Fe, Mn y Zn [FS de 50 y 100 según recomendación de la OCDE (1992)].</p> <p>Finalmente, la Tabla 40 presenta los límites propuestos para NSCA basado en un enfoque de evaluación de riesgo probabilístico.</p>	<p>Los valores PNEC recomendados son aquellos que protegen al 70% de las especies. La Tabla 38 (p. 133) presenta criterios de calidad de agua de la EPA, y los valores estimados para Cu, Fe y Mn presentarían niveles similares de protección. Lamentablemente esta tabla y la mayoría no pueden leerse adecuadamente por deficiencias en el escaneo de los documentos del expediente.</p> <p>Una debilidad importante del análisis es que no se indican las fuentes de datos para la información de exposición (estaciones de monitoreo y fechas de monitoreo), y que tampoco se indican las especies utilizadas en el análisis de los efectos.</p>

4.3 ANÁLISIS DE LAS CONCLUSIONES

La Tabla 6 presenta las observaciones a las conclusiones incluidas en el estudio, principalmente respecto a cómo se fundan en los resultados.

Tabla 6 Observaciones a las conclusiones del informe 2

Conclusión	Comentario
i. Se realizaron ensayos ecotoxicológicos agudos con cinco metales (Al, Cu, Fe, Mn, y Zn), utilizando 11 especies del río Cruces: <i>Chlorella sp.</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Daphnia ambigua</i> , <i>Simocephalus sp.</i> , <i>Acanthocyclops vernalis</i> , <i>Simosa sp.</i> , <i>Skistodiaptomus diabolicus</i> , <i>Meridialaris sp.</i> , <i>Paratanytarsus grimmii</i> , <i>Galaxias maculatus</i> , <i>Oncorhynchus mykiss</i> , <i>Myriophyllum sp.</i>	Con algunas de estas especies no se obtuvieron resultados (<i>Myriophyllum sp.</i>). No se entregó la información específica de aislamiento y cultivo, por lo que los estudios no pueden reproducirse ni validarse. Como mínimo, estos protocolos de aislamiento y cultivo debieron referenciarse.

Conclusión	Comentario
ii. Se realizaron ensayos ecotoxicológicos agudos con 5 metales (Al, Cu, Fe, Mn, y Zn) utilizando 3 especies estandarizadas: <i>Selenastrum capricornutum</i> , <i>Daphnia obtusa</i> , <i>Oncorhynchus mykiss</i> .	No se informa el uso que se le dio a los resultados de los ensayos ecotoxicológicos con las especies estandarizadas.
iii. 9 de las especies locales fueron colectadas, aisladas, y cultivadas en laboratorio: <i>Chlorella sp.</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Daphnia ambigua</i> , <i>Simocephalus sp.</i> , <i>Acanthocyclops vernalis</i> , <i>Simosa sp.</i> , <i>Skistodiptomus diabolicus</i> , <i>Paratanytarsus grimmii</i> .	Sólo son 8 las especies que se listan en esta conclusión. La información de aislamiento y cultivo de las especies no se informa ni se referencia, por lo que los resultados no pueden replicarse ni validarse. Especies como <i>Paratanytarsus grimmii</i> no fueron obtenidas localmente, sino que en otro ecosistema acuático, con menos intervención antrópica (afluente Lago Colico).
iv. Se estableció un protocolo de captura y cultivo para el Chironomido <i>Paratanytarsus grimmii</i> .	Sin embargo, no se indica la información de aislamiento.
v. Los resultados de los LC50 para los metales en su estado disuelto mostraron la siguiente distribución probabilística (se incluye tabla con distribución de probabilidades o frecuencias).	Las entradas de la tabla son ilegibles, pero aparentemente es una tabla de LC50 vs número de especies. No se entrega información de ajuste estadístico (tipo de distribución y bondad de ajuste) para estas distribuciones. Además, esta información corresponde a la sección de resultados.
vi. Los resultados preliminares permiten establecer en general efectos significativos (LOEC) sobre la actividad fotosintética (<i>Myriophyllum sp.</i>) en relación al control para Al 2 mg/L; Fe de 2 mg/L; Mn 5 mg/L y Zn 5 mg/L.	En la p. 123 se indica que si bien se realizó la recolección, mantención y bioensayos con <i>Myriophyllum sp.</i> , estas especies no permitieron estimar LOEC y NOEC, debido a la baja actividad fotosintética de las plantas capturadas y el tiempo considerado en este estudio. Por lo tanto, no queda claro cuál podría ser la validez de estos resultados preliminares. Tampoco queda clara la utilización que se les dio a estos resultados de toxicidad crónica, ya que el método probabilístico se basa en datos de toxicidad aguda (LC50).
vii. Las especies locales presentaron en promedio una mayor resistencia que las especies estandarizadas, considerando las bases de datos internacionales.	Aparentemente, esta conclusión se basa en la Tabla 28 (p. 124), donde se comparan los valores LC50 obtenidos con los de una única base de datos internacional, los de la EPA, que no se referencia. Sólo se presenta en la tabla el promedio de las especies estandarizadas de la EPA, y no el promedio de las especies locales, por lo que no puede verificarse esta conclusión en base a los resultados.
viii. Dado que la Norma Secundaria (NSCA) regulará metales totales, se estimaron los factores de conversión de metales disueltos a totales en función de los estudios disponibles en el río Cruces, y son los siguientes: 0,12 para Al; 0,12 para Cu; 0,159 para Fe; 0,07 para Mn; y 0,35 para Zn.	Sólo se referencia un estudio, el de la UACH (2008). No se realiza un estudio de sensibilidad, respecto de cómo por ejemplo la estacionalidad afecta estos factores de conversión.
ix. Para estimar los valores de No Efecto (PNEC) y de acuerdo a las recomendaciones de la OECD se consideraron valores de seguridad de 50 y 100.	Estos valores presentan una gran incertidumbre de 2 y 3 órdenes de magnitud, lo cual indicaría que este estudio tiene una gran incertidumbre. No se realiza una discusión respecto de las fuentes de incertidumbre y de cómo controlarlas.
x. Los valores estimados de PNEC para factores de seguridad de 50 y 100 que protegen sobre el 70% de las especies expuestas fueron los siguientes (se incluye tabla con valores PNEC estimados).	La elección de factores de seguridad y % de protección de especies no está justificada. No se referencia el % de protección. En el caso de los factores de seguridad se referencia un reporte de la OECD, pero no se hace un análisis de las fuentes de incertidumbre para validar estos valores.
xi. El análisis probabilístico para la estimación de valores de protección, se basa en que una comunidad biológica natural cualquiera, los valores de un cierto "end point" toxicológico (LC50, NOEC, etc.) para las diversas especies, son independientes entre ellas y representan una estimación de la sensibilidad del ecosistema.	Esto no es una conclusión del trabajo, sino que un supuesto que debería justificarse.

4.4 USO QUE SE LE DA AL DOCUMENTO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE NSCA

Los resultados de este estudio fueron utilizados para establecer las NSCA para los metales disueltos y totales Al, Cu, Fe, Mn y Zn:

- Al (total): en las zonas de vigilancia RCIV y SNCA, 0,22 mg/L (FS 50, 70% protección). Los demás valores considerarían la mantención de la calidad histórica.
- Cu (total): en la zona de vigilancia SNCA, 0,03 mg/L (FS 50, 70% protección). Los demás valores considerarían la mantención de la calidad histórica.
- Fe (total): en las zonas de vigilancia RV, RCI, RCII, RCIII, RCIV y SNCA, 0,39 mg/L (FS 50, 70% protección). Los demás valores considerarían la mantención de la calidad histórica.
- Mn (total): en la zona SNCA, 0,14 mg/L (FS 50, 100% protección). Los demás valores considerarían la mantención de la calidad histórica.
- Zn (total): en las zonas de vigilancia RCII, RCIII, RCIV y SNCA, 0,023 mg/L (FS 100, 70% protección). Los demás valores considerarían la mantención de la calidad histórica.

Al aplicar las fracciones de metales disueltos calculadas a partir de los datos informados por UACH (2008) en el estudio "Recopilación y análisis de información de apoyo para la elaboración del anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia", de 0,12, 0,12, 0,159, 0,07 y 0,35 para Al, Cu, Fe, Mn y Zn respectivamente, se obtendrían los valores de las NSCA para metales disueltos:

- Al (disuelto): en todas las zonas de vigilancia, 0,03 mg/L, aparentemente aproximado de 0,026 mg/L al aplicar el factor de la fracción disuelta al valor ERE para Al (total) (FS 50, 70% protección).
- Cu (disuelto): en todas las zonas de vigilancia, 0,003 mg/L, aparentemente aproximado de 0,0036 mg/L al aplicar el factor de la fracción disuelta al valor ERE para Cu (total) (FS 50, 70% protección).
- Fe (disuelto): en las zonas de vigilancia RSP, RCCI, RCCII, RCCIII y RV, 0,06 mg/L, aparentemente aproximado de 0,062 mg/L al aplicar el factor de la fracción disuelta al valor ERE para Fe (total) (FS 50, 70% protección). En el caso de las otras zonas de vigilancia, los valores de 0,1 mg/L corresponderían a su calidad histórica.
- Mn (disuelto): en todas las zonas de vigilancia, 0,01 mg/L, al aplicar el factor de la fracción disuelta al valor ERE para Mn (total) (FS 100, 100% protección).
- Zn (disuelto): en todas las zonas de vigilancia, 0,016 mg/L (FS 50, 70% protección).

Es importante notar que como no hay criterios acordados, el procedimiento de fijación queda expuesto a la discrecionalidad de la autoridad como puede apreciarse en el caso de los metales. En algunos casos se consideran factores de seguridad de 50, y en otros 100. Lo mismo pasa con el nivel de protección de especies, que varía entre 70% y 100%. Tampoco se explica porqué en algunos casos se considera el criterio ERE y en otros el de calidad histórica.

El estudio fue presentado en la reunión del comité operativo del 28 de septiembre de 2010. No se evidencian observaciones al estudio en el expediente público. En el acta del comité operativo se señala que: "El Dr. Encina señala que dado el escaso tiempo que tuvo el equipo de trabajo para desarrollar este estudio se enviaron resultados preliminares con el objetivo de incorporarlos en el análisis de la reunión del comité operativo del 14 de septiembre, los que lamentablemente presentan errores que deberán ser corregidos de la siguiente manera..." Este comentario del Dr. Encina y el error en el reporte de resultados evidencian el apresuramiento con que se realizó este estudio, y que queda reflejado en la calidad del informe final.

Además, se señala que el nivel de protección propuesto en el anteproyecto de NSCA para la protección de las aguas del río Valdivia corresponde al valor de PNEC que protege el 70% de las poblaciones expuestas,

aunque en el AP NSCA del río Valdivia se considera para algunos metales el 100% de protección. En su presentación, el Dr. Encina presenta una tabla con criterios para definir el FS (OCDE), el cual habría sido concebido para ser utilizado con datos de umbrales de toxicidad crónica (NOEC) y con la metodología determinística, y no para ser usados en el tipo de metodología probabilística propuesta por el Dr. Encina sobre la base de datos de toxicidad aguda (LC50). El Dr. Encina propone un FS de 100, aunque en el AP NSCA del río Valdivia actual, para la mayoría de los metales se considera un FS de 50.

En la presentación de este trabajo se señala que la duración propuesta fue de 4 meses, que parece muy breve considerando los objetivos y alcance del estudio. El estudio también fue presentado en el comité ampliado del 28 de septiembre de 2010, según consta en el acta. El Sr. Osses (Arauco) señala la dificultad para cumplir los altos niveles de exigencia impuestos. Se responde que la determinación de los niveles máximos de tolerancia de las especies de relevancia ecológica del sistema permitirá normar considerando niveles de calidad ambiental que permitan el uso de la cuenca. Las autoridades ambientales son sesgadas al postular que se determinaron los niveles máximos de tolerancia de las especies de relevancia ecológica, ya que no existía la información suficiente para determinarlas (como reconocen los mismos autores del estudio). Además, los autores del estudio reconocen que finalmente seleccionaron las especies más sensibles basados en un "criterio ecotoxicológico", para garantizar la protección y preservación de todas las especies.

5 ANÁLISIS CRÍTICO DEL INFORME 3: "INFORME TÉCNICO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA"

En esta sección, se realiza un análisis crítico del "Informe técnico de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del río Valdivia". Está estructurada en las siguientes sub-secciones:

- Apreciación general del documento técnico.
- Análisis crítico del sistema de clases de calidad desarrollado.
- Análisis crítico de la justificación para incluir las fracciones totales de metales como parámetros de las NSCA.
- Observaciones puntuales al documento.

Este documento debería sintetizar toda la información incorporada al proceso de elaboración de la NSCA y que sirva de justificación y respaldo al AP NSCA del río Valdivia, por lo que no puede ser analizado como un informe técnico-científico.

Sin embargo, el informe no fue diseñado para servir de respaldo técnico de la norma, sino como un reporte de análisis y mejora del DS 1/2015. En lo fundamental, introduce un nuevo sistema de categorización de la calidad de las aguas del río Valdivia según clases de calidad, el cual habría sido utilizado en el AGIES de la norma. También presenta una justificación para normar metales pesados según su concentración total.

5.1 APRECIACIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO TÉCNICO

El informe técnico debería sintetizar la información disponible en el expediente público de las NSCA sobre la descripción del objeto de protección, fundamentación de los parámetros y sus niveles, clases de calidad, y el análisis económico-social de la implementación de las NSCA.

Respecto del objeto de protección -los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Valdivia- sólo se realiza en la sección "*Características Generales de la Cuenca*" un recuento de la diversidad de especies de los principales grupos tróficos. Por lo tanto, se desconoce la estructura de estos ecosistemas acuáticos y su funcionamiento, y la abundancia de especies y su relevancia. Mientras se estudian los ecosistemas suficientemente como para definir parámetros y niveles de protección, que no sean discrecionales, las NSCAs deberían basarse en criterios de mantención de calidad.

Respecto de los aspectos formales del documento, éste adolece de un formato adecuado. No tiene una estructura. No se indica el o los autores del documento ni el nombre del o los revisores. Tampoco se incluyen citas en el documento para respaldar gran parte de lo que se afirma en él, y algunas citas son erróneas, y se citan nuevos documentos que no son parte del expediente público y que no están disponibles para su análisis. Por ejemplo, varias de las concentraciones de la segunda columna de la Tabla 7 (Tabla de clases de calidad ambiental para la cuenca del río Valdivia) se respaldan con estudios de índices bióticos que no se especifican o referencian ni están disponibles en el expediente para su análisis, restándole transparencia al proceso de fijación de valores de las NSCA. Por otra parte, también se referencia el estudio "Evaluación del riesgo ecológico (crónico) para el Santuario de la Naturaleza Carlos Andwandter, en apoyo al proceso de elaboración de las normas secundarias de calidad ambiental para la cuenca del río Valdivia". Este estudio es una pieza exceptuada del expediente público de la norma (Nro. de Folio 2875 vta) por lo que no está disponible para su análisis. Es irregular que este estudio, mencionado en el Informe Técnico como estudio técnico y científico complementario destacado, no generase ningún antecedente útil al

proceso de formulación del AP NSCA del río Valdivia, ante todo, considerando la escasa información de riesgo ecológico disponible para el SNCA.

En muchos casos, sólo se hace referencia general a la información vista en el proceso de dictación. Si bien éste es un informe técnico, es el documento que justifica las NSCA del río Valdivia, por lo que debería tener mayor rigor científico y formal.

5.2 ANÁLISIS CRÍTICO DEL SISTEMA DE CLASES DE CALIDAD DESARROLLADO

Se introduce una nueva metodología para establecer clases de calidad para la cuenca del río Valdivia que no está suficientemente validada. Esta metodología no fue incluida ni analizada como parte de la elaboración del anteproyecto de norma. Las clases de calidad son necesarias para determinar el nivel de protección de las NSCA.

Se establecen 5 clases donde cada clase representaría diferentes condiciones ecológicas. Un problema metodológico es que estas clases son aplicables a toda la cuenca del río Valdivia, sin reconocer la existencia de diferentes tipos de ecosistemas acuáticos en la cuenca. Sólo se hace una distinción para los parámetros OD (oxígeno disuelto) y pH, entre los ecosistemas de río y estuario. Lo correcto habría sido analizar las diferencias para otros parámetros. Además, información obtenida para un ecosistema como es el SNCA, en el caso de la ERE, se hizo extensiva a toda la cuenca. Los diferentes ecosistemas tienen diferentes condiciones óptimas.

La clase 3 "Media" se define como aquella que corresponde a un sistema con condiciones medianamente aceptables. Se menciona que es una clase que "presenta perturbaciones antrópicas, sin embargo presenta concentraciones que permiten la mantención del ecosistema." Arbitrariamente para la mayoría de los parámetros se obtienen los valores para la clase 3 promediando los de las clases 2 y 4. Es inadecuado que el límite entre condiciones aceptables, aunque sea medianamente, y las inaceptables para el funcionamiento del ecosistema, se defina por un simple promedio aritmético.

Las clases 4 y 5 corresponderían ambas a condiciones ambientales inaceptables por lo que desde el punto de vista de la salud del ecosistema no tiene sentido separarlas. La definición de la clase 4 es muy vaga y general, ya que "produce daños en la estructura y funciones del ecosistema o en algunas especies en particular." Es decir, bastaría que la especie más sensible se vea afectada como para caer en clase 4. Esto es confuso y contradictorio con la clase 3, ya que la afectación de la especie más sensible pero irrelevante permitiría el funcionamiento del ecosistema. Este es un sesgo que se presta para definir niveles demasiado exigentes.

Esta definición de clases de calidad es importante, por cuanto sirve de base para el AGIES y debe ser reevaluada.

Se menciona que la determinación de límites de cada clase se realizó sobre la base de los antecedentes utilizados en la elaboración del Anteproyecto de las NCSA cuenca río Valdivia:

- Evaluación de Riesgo Ecológico (agudo y crónico). Se cita un estudio de ERE crónico, el cual no forma parte del expediente de las NSCA. El estudio ERE fue realizado para el SNCA, sin embargo, se utiliza para establecer clases de calidad para toda la cuenca.
- Índices biológicos. Los índices biológicos nunca fueron considerados ni discutidos en el expediente de norma. No está claro cómo se aplicaron los valores en la definición de los límites para las clases 2 y 4. La validez y pertinencia de estos indicadores bióticos debería evaluarse primero, al igual que para

los parámetros de la norma con monitoreo trimestral en todas las áreas de vigilancia durante un período de 2 años.

Este criterio es clave porque define límites óptimos (Clase 2) para CE , SO_4^{2-} y Cl^- extremadamente bajos. Se requiere validar el uso de índices bióticos en la definición de clases de calidad.

Los límites para las clases de calidad no están suficientemente fundados. Hay algunos valores que no tienen ninguna referencia, por lo que no queda clara la base sobre la cual se definieron. Por ejemplo, si se usaron o no valores de referencia internacionales.

La clase 3 es relevante porque define la clase que permite el funcionamiento del ecosistema, pero su determinación parece simplista al obtenerse los valores como promedios aritméticos de las clases 2 y 4 en prácticamente todos los casos.

Aparecen iones como K, Mg, Ca que no están normados, aunque son relevantes para la clase de calidad. Además, hay valores normados como AOX y DBO que no están entre los parámetros utilizados para definir las calidades.

Adicionalmente, hay siglas en la tabla que se utilizan para justificar valores que ni siquiera se definen, como el criterio "CC", lo que muestra que este documento no fue sometido a un proceso de revisión riguroso. Por último, el hecho de que para algunas clases como la 2, se utilicen 5 criterios (ERE=evaluación de riesgo ecológico, IB=índices bióticos, P80=percentil 80 de los datos de toda la cuenca, NI=normas internacionales, y CC="no explicado en el documento") para definir los valores, sin justificar el uso de uno u otro, resulta ser un procedimiento poco transparente y arbitrario. Criterios que por lo demás son muy cuestionables (ERE) o no han sido validados en la cuenca del río Valdivia (IB).

5.3 ANÁLISIS CRÍTICO DE LA JUSTIFICACIÓN PARA INCLUIR LAS FRACCIONES TOTALES DE METALES COMO PARÁMETROS DE LAS NSCA

Se mencionan dos vías de exposición a metales, una por contacto con la fracción disuelta de los metales y otra por alimentación de la fracción particulada, y, por lo tanto, sería necesario normar tanto metales disueltos, como totales. Lo anterior no es correcto, debido a que la cantidad de metal asociada a las partículas orgánicas es proporcional a la fracción disuelta para las mismas condiciones hidroquímicas. Por lo tanto, si se limita la fracción disuelta, se está limitando al mismo tiempo la concentración de metales sobre la fracción asociada a las partículas. Es más, durante bioensayos de toxicidad, los organismos experimentan ambos tipos de exposiciones, los metales son incorporados a través de las membranas celulares de forma disuelta o asociados con partículas durante la alimentación. En estos experimentos no pueden diferenciarse ambos tipos de exposición. Lo relevante es que el contenido de metales en la alimentación es proporcional a la fracción disuelta, y los umbrales de toxicidad basados en la fracción disuelta son válidos.

El problema con normar para metales totales, es que pueden existir partículas naturales como los aluminosilicatos o los oxi-hidróxidos de hierro o manganeso que no tienen un efecto tóxico por exposición química, pero que contribuirán a la fracción de metales totales, dando falsos positivos. Cabe notar que la fracción particulada de los metales, que podrían ser de origen industrial, se controla adecuadamente mediante las normas de descarga de efluentes (DS 90).

Se menciona erróneamente que los metales son biomagnificables, lo cual sólo es cierto para el mercurio, debido a la formación de metilmercurio. El mercurio no fue considerado en el AP NSCA del río Valdivia, y para el resto de los metales, sólo se ha descrito la bioacumulación/concentración.

Finalmente, se da cuenta de un estudio de la OCDE sobre normas europeas que establecen niveles de calidad ambiental para metales totales y disueltos. Esta información es entregada de forma sesgada. Por ejemplo, en el caso de la EPA, se menciona más adelante el estándar nacional para Al de 1988 que efectivamente es para Al total. Sin embargo, la EPA generó con posterioridad en 1993, el documento "Office of Water Policy and Technical Guidance on Interpretation and Implementation of Aquatic Life Metals Criteria", que menciona que la política desde entonces será utilizar la concentración de metales disueltos para fijar y medir cumplimiento de los estándares de calidad del agua, basado en el consenso científico dentro y fuera de la EPA. La justificación es que la fracción disuelta se aproxima más a la fracción biodisponible del metal. Un mecanismo primordial para la toxicidad en peces en la columna de agua es la adsorción del metal en la superficie de las agallas, lo cual requiere que el metal esté en la forma disuelta. Además, se menciona que el objetivo de la NSCA no es proteger sedimentos o prevenir efectos de cadenas tróficas. Desde 1993, los estándares para metales están basados en la fracción disuelta, por lo que el valor informado es extremadamente sesgado.

Se recomienda realizar estudios de especiación de metales en aquellas zonas de vigilancia donde las concentraciones de metales sean elevadas y se presuma la existencia de efectos tóxicos significativos sobre especies relevantes del ecosistema. Esta información ayudará a definir valores de la norma más adecuados.

5.4 OBSERVACIONES PUNTUALES AL DOCUMENTO

5.4.1 De lo que se desea proteger

El Artículo 1 del AP de NSCA del río Valdivia señala que el objetivo de las NSCA es conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos a través de la mantención o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca. Es decir, el objeto de protección son los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos, lo cual se lograría normando la calidad de las aguas. Por lo tanto, el informe debería describir los ecosistemas hídricos de la cuenca y sus servicios ecosistémicos, para comprender bien el objeto protegido.

La descripción de los ecosistemas que se realiza en el informe es muy limitada; sólo se menciona que en la cuenca hay presencia de 61 especies de microalgas, 67 especies de invertebrados acuáticos, 120 especies de planta acuáticas, 119 especies de aves, 2 especies de mamíferos acuáticos, y 25 especies de fauna íctica. Además de la diversidad de especies, y de si estas se encuentran o no en una categoría de conservación, se necesita saber la abundancia de ellas, para priorizar los esfuerzos de protección de las NSCA en aquellas especies que son más abundantes y, por lo tanto, cumplen una función ecosistémica más relevante. Tampoco se describen los distintos tipos de ecosistemas de la cuenca ni su distribución geográfica.

Por último, sólo se entrega una breve reseña sobre la riqueza íctica de peces. Por lo tanto, la descripción de los ecosistemas hídricos que se desea proteger es totalmente insatisfactoria, y se requieren nuevos estudios para describir los diferentes tipos de ecosistemas y su distribución geográfica, además de completar la información de diversidad con la de abundancia de especies e interacciones entre ellas, y determinar aquellas especies más relevantes desde el punto de vista de la función ecosistémica que se desea proteger.

Más adelante, en las págs. 39 y 40, se destaca la utilización de la herramienta de Evaluación de Riesgo Ecológico (ERE) para determinar los niveles máximos de tolerancia de aquellas especies locales claves o aquellas que por su importancia funcional son especies de relevancia ecológica en estos sistemas. Como no se realizó una descripción de los ecosistemas, ni tampoco un estudio de diversidad, abundancia y función

ecosistémica de especies, no se puede hablar de especies locales claves ni relevantes ecológicamente. Por lo tanto, el estudio de ERE es totalmente insuficiente desde el punto de vista de lo que se desea proteger, y se hace un uso erróneo de este estudio a lo largo del informe. Cabe destacar que, en la selección de especies para llevar a cabo el estudio de ERE, el criterio de relevancia ecológica sólo se valoró en 20%. El criterio más relevante fue el de factibilidad de cultivo o mantención en laboratorio (60%) y al de elevada sensibilidad se le asignó el 20%. Sin embargo, finalmente, del grupo de especies seleccionadas por un panel de expertos, se utilizó una fracción menor en los bioensayos. Los autores del estudio hacen referencia a un nuevo criterio ecotoxicológico para su selección final de especies a ensayar. Bajo este criterio, fueron seleccionadas las especies consideradas más sensibles, lo cual obedece a un criterio preservacionista. Es más, incluso se utilizaron especies de macroinvertebrados bentónicos muestreadas de un ecosistema con escasa intervención antrópica distinto al SNCA.

Se afirma, en la pág. 5, el establecimiento de "estándares de calidad ambiental para 21 parámetros que en su conjunto permitirán mantener el estado trófico, las condiciones hidroquímicas, las condiciones de oxigenación de la cuenca y proteger estos ecosistemas de efectos letales y sub-letales generados por metales pesados", cuando sólo se incluyó en el expediente un estudio ERE para efectos letales. Como se mencionó antes, el estudio de efectos crónicos o sub-letales de metales fue excluido del expediente electrónico y no aportó antecedentes al establecimiento de las NSCA. Por lo tanto, esta afirmación es errónea.

En la pág. 6 del informe, se señala que la intención con estas NSCA fue utilizar un enfoque de desarrollo sustentable, beneficiando principalmente a los sectores relacionados con la mantención de hábitats y desarrollo de oportunidades de recreación, turismo (espacios naturales asociados a sistemas hídricos) y provisión hídrica para distintos usos. Adicionalmente, permite la protección del patrimonio ancestral de las comunidades indígenas existentes en la cuenca; nada de lo anterior sucedió por falta de antecedentes. Se deberían iniciar los estudios ecosistémicos que permitan conocer cabalmente todos los ecosistemas hídricos de la cuenca (y no sólo los del SNCA), para luego generar NSCA que no sean discrecionales.

5.4.2 De la selección de parámetros

La selección de parámetros no fue fundamentada. En la pág. 8, se menciona que la ciudadanía, en general, solicitó incorporar nuevos parámetros, con el objeto de garantizar la protección del ecosistema acuático y disminuir los valores de concentración normados para los parámetros Cloruro (Cl), Sodio (Na), Sulfato (SO₄), Conductividad, etc. en consideración a la condición histórica natural de la cuenca, sin apoyo técnico-científico.

Además, la selección de parámetros se basó en un análisis de los usos de la cuenca, que permitió establecer:

- Parámetros antrópicos de mayor relevancia, como aquellos que son descargados a través de fuentes puntuales y que han mostrado variaciones en el tiempo y espacio, tales como Al, Fe, SO₄, Na, Cl y conductividad.
- Parámetros de mayor importancia ecológica, como por ejemplo O₂, metales totales y nutrientes, los cuales deben ser normados porque pueden ser tóxicos o producir otros efectos adversos como la eutroficación.

Esta es una justificación incompleta, ya que no se mencionan todos los parámetros, y además muy general. Los criterios de selección deben ser cuantitativos.

5.4.3 Del uso de ERE

En la pág. 39 del informe se cita incorrectamente la Evaluación de Riesgo Ecológico llevada a cabo por la UCT, al señalar que "permitió estimar empíricamente los niveles máximos de tolerancia de las especies locales claves o aquellas que por su importancia funcional son especies de relevancia ecológica en estos ecosistemas". En primer lugar, el estudio estuvo acotado al SNCA, y las especies no eran necesariamente aquellas claves o de relevancia funcional. La valoración de este criterio en la selección de especies fue de sólo 20%. Además, sólo se evaluaron 5 de los 21 parámetros de la NSCA. Finalmente, apenas se tomó en cuenta la selección del panel de expertos, en cuanto a las especies, y la distribución de especies en los diferentes niveles tróficos. El criterio que habría primado finalmente, fue uno preservacionista, basado en la protección de las especies más sensibles.

Relacionado con lo mismo, en el pie de la pág. 39, se cita el estudio "Evaluación de Riesgo Ecológico (crónico) para el SNCA, en apoyo al proceso de elaboración de las NSCA para la cuenca del río Valdivia," el cual se exceptuó del expediente de las NSCA. No queda claro como este estudio fue considerado en el proceso de elaboración del AP NSCA del río Valdivia.

5.4.4 Del cumplimiento de las NSCA

Según el análisis de la calidad actual basado en mediciones de la DGA durante el período 2008-2012, las zonas de vigilancia RCII y RCIII no cumplirán las NSCA de CE, sulfato, sodio y cloruro. Cabe destacar que estos parámetros no están normados en el SNCA por la intrusión salina. Es decir, el incumplimiento no genera efectos aguas abajo en el SNCA, sólo en RCII, RCIII y RCIV.

Por otra parte, los metales Fe, Mn y Al tampoco cumplirán debido a su característica de metales mixtos, con aportes naturales significativos durante eventos de lluvia o de resuspensión de sedimentos inducida por el viento en el SNCA. Será muy difícil distinguir los aportes naturales de los aportes antrópicos.

5.4.5 De la información actualizada de la calidad fisicoquímica de la cuenca del río Valdivia

En la pág. 23 se presenta un análisis de información de monitoreo de la UACH para los sectores: Ciruelos, Rucaco, Punucapa y Calle Calle. No se presenta un análisis por Área de Vigilancia, ni de la información reciente de monitoreo sistemático de la DGA.

La cobertura espacial del monitoreo realizado por la UACH desde el 2014 es limitada para servir de fundamento técnico de las NSCA de la cuenca del río Valdivia, por cuanto se focaliza en el SNCA, y sólo considera 8 puntos de monitoreo: 3 ubicados dentro del Humedal; dos en afluentes menores (río Pichoy y río Cayumapu); dos en el río Cruces, aguas arriba y aguas abajo de la descarga de Arauco; y por último, uno en el río Calle-Calle. No se especifican las coordenadas de estos puntos, por lo que no se puede determinar si coinciden o no con alguno de los puntos de control de las NSCA. Adicionalmente, no se monitorearon los 21 parámetros de las NSCA, excluyendo sodio y cromo total; y la cobertura temporal fue limitada: sólo para los parámetros pH y conductividad se cuenta con 15 datos; para OD, con 14 datos; y, para los demás parámetros, con 5 datos. En el caso de los metales se informan las fracciones particuladas y disueltas, en vez de las concentraciones totales y disueltas como especifica el AP NSCA del río Valdivia. Se utiliza esta información para concluir que la zona ubicada aguas debajo de Rucaco no ha logrado recuperar las características fisicoquímicas que mantenía antes del año 2004. Este análisis es sesgado y debió discutirse la información del monitoreo sistemático, tanto histórico como reciente, realizado por la DGA.

Se afirma que "los resultados del monitoreo realizado por la Universidad Austral de Chile, a partir del año 2014 en adelante, dan cuenta que en los sectores ubicados en el río Calle Calle y en el río Cruces en el

sector de Ciruelos se ha conservado la calidad fisicoquímica histórica o natural reportada por la DGA desde el año 1987. Sin embargo, la zona ubicada en el río Cruces aguas abajo de Rucaco no ha logrado, a la fecha, recuperar las características históricas que mantenía hasta antes del año 2004". Esta última afirmación no tiene sustento, por cuanto, diferencias de concentraciones en el contexto de las fijación de NSCA deben ser evaluadas en relación a los umbrales de toxicidad que generan efectos sub-letales o letales en especies clave de los ecosistemas. Como los umbrales de toxicidad para un amplio espectro de especies de los parámetros sulfato, sodio y cloruro, son típicamente considerablemente mayores, no puede afirmarse que un aumento de sus concentraciones como los registrados después de 2004, representen un deterioro de la calidad fisicoquímica, para los efectos de establecer valores de NSCA.

5.4.6 De las características hidroquímicas únicas y escasas de la cuenca

A continuación, en la pág. 16 del documento, se señala que las condiciones hidroquímicas de la cuenca del río Valdivia son de bajo contenido de sales, condiciones que son únicas y escasas en nuestro país. De acuerdo a antecedente que se presentan en el expediente ambiental de la norma⁸, queda en evidencia que las condiciones de la cuenca del río Valdivia son similares a las de todas las cuencas que le siguen hacia el sur; por lo tanto, en lo que respecta a las condiciones hidroquímicas al menos, y considerando la gran cantidad de cuencas patagónicas prístinas, sus aguas no son únicas. Este es un sesgo significativo del informe.

⁸ Especialmente el documento citado en el informe: Propuesta de índices de Calidad de Agua para Ecosistemas Hídricos de Chile, García, 2012 (fojas 3264 al 3268).

6 ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS PARÁMETROS INCLUIDOS EN LA NORMA ESTABLECIDA EN EL AP NSCA DEL RÍO VALDIVIA DEL MMA Y DE SUS VALORES

En esta sección, se realiza un análisis crítico de los parámetros y valores incluidos en las normas secundarias de calidad ambiental (NSCA) para la protección de las aguas continentales de la cuenca del río Valdivia. Está estructurada en las siguientes sub-secciones:

- Objetivos de las NSCA.
- Criterios generales de selección y exclusión de parámetros.
- Análisis crítico de los criterios de selección y exclusión de parámetros utilizados en la actual NSCA, y de los criterios de fijación de valores.
- Opinión sobre los valores y parámetros seleccionados.

6.1 OBJETIVOS DE LAS NSCA

En el Considerando 4 del AP NSCA del río Valdivia se especifica que la conservación admite el uso del recurso hídrico de manera racional, compatible con actividades económicas y productivas. La preservación, por su parte, requiere la mantención de las condiciones naturales del medio que hacen posible la óptima evolución y desarrollo de las especies y los ecosistemas que lo conforman.

Adicionalmente, en el Considerando 5 se indica que corresponde dictar normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Valdivia, de manera de mantener o mejorar la calidad de las aguas de la cuenca, y así conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos.

En el Artículo 1 del AP NSCA del río Valdivia se establece que el objetivo de las NSCA es conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos, a través de la mantención o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca.

Según el párrafo anterior, el AP NSCA del río Valdivia establece dos objetivos, ya sea conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos. Por lo tanto, para cada área de vigilancia debería explicitarse si el objetivo es conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos. La forma de lograr estos objetivos sería mantener o mejorar la calidad de las aguas.

Si el objetivo es preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos, como indica el Considerando 4, se requeriría mantener las condiciones naturales del medio que hacen posible la óptima evolución y desarrollo de las especies y los ecosistemas que lo conforman. Se puede deducir que en cuanto a la calidad del agua se refiere, se requeriría mantener o lograr la calidad natural del agua que hace posible la óptima evolución y desarrollo de las especies. El AP NSCA del río Valdivia no define el concepto de calidad natural, el cual sí es abordado por la guía CONAMA, según la cual la calidad natural es "el valor de la unidad o valor de la concentración de un elemento o compuesto en el cuerpo y/o curso de agua continental superficial, que corresponde a la estimación de la situación original del agua sin intervención antrópica más las situaciones permanentes, irreversibles o inmodificables de origen antrópico." En la cuenca no hay situaciones permanentes, irreversibles o inmodificables de origen antrópico como presas hidroeléctricas, por lo que para definir la calidad natural habría que remontarse a la información de monitoreo más antigua existente, es decir, al año 1987, cuando la DGA comenzó el monitoreo en la cuenca. Esta sería la mejor aproximación a la calidad natural. El perseguir esta calidad natural obligaría a limitar el efecto sobre la calidad del agua de todas las actividades productivas y urbanas en la cuenca desde esa fecha, lo cual

tendría impactos sociales negativos importantes. Por lo tanto, perseguir este objetivo de protección parece inapropiado.

El estudio de Cade-Idepe señala que una vía práctica para acercarse al concepto de calidad original, es considerarla como la calidad del agua en la zona de cabecera de cada cuenca, previo a cualquier intervención antrópica. Sin embargo, esta definición no se hace cargo del hecho que la calidad natural varía a lo largo de la cuenca por procesos naturales, como los erosivos, o debido a la interacción con aguas subterráneas.

En segundo lugar, si el objetivo de protección es conservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos, habría que definir si el estado de conservación de los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos en cada área de vigilancia es apropiado o no. Si es apropiado, lo lógico sería mantener la calidad del agua actual. Si el estado de conservación es considerado inadecuado, habría que mejorar la calidad del agua para lograr el estado de conservación deseado a través de definir NSCA más exigentes. La correspondencia entre calidades de agua y estados de conservación debe estar basada sobre antecedentes científicos y si estos no existen, deben obtenerse antes de definir NSCA arbitrariamente. Este objetivo de protección requiere definir el concepto de calidad actual del agua.

Respecto a la definición de "calidad actual", el estudio de Cade-Idepe (2003)⁹ señala que "La calidad real del sistema en el tiempo, que se puede denominar calidad actual para representar la situación presente, puede ser analizada a partir de las series de tiempo que tienen los parámetros de calidad de agua. Su tendencia en el tiempo nos indica el estado del sistema acuático, que eventualmente es posible de ser proyectado dependiendo de diversos escenarios futuros. La calidad actual es analizada en el presente estudio mediante los estudios de tendencia central de aquellos parámetros que tienen estadísticas temporales extendidas y mediante el análisis espacial a lo largo del cauce". Esta definición de la calidad actual de las aguas de la cuenca del río Valdivia, basada en la información de monitoreo histórica y reciente no se realizó como parte del proceso de fijación de los valores de las NSCA. Se utilizó toda la información histórica, que para algunos parámetros data desde 1987. Al utilizar toda la información histórica para definir la calidad objetivo, para la mayoría de los parámetros se fijaron valores más exigentes que los actuales, que consideran el desarrollo antrópico en la cuenca durante los últimos 30 años.

6.2 CRITERIOS GENERALES DE SELECCIÓN Y EXCLUSIÓN DE PARÁMETROS

6.2.1 Guía CONAMA

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", en adelante guía CONAMA, propone los parámetros y valores que deben ser considerados por los Comités Operativos y Ampliados en el establecimiento de una NSCA.

En relación a la selección de parámetros y valores, la Guía CONAMA establece criterios comunes:

- i) La calidad deberá asignarse por áreas de vigilancia.
- ii) La calidad establecida no deberá ser inferior a la calidad existente o natural¹⁰ del recurso.

⁹ Cade-Idepe (2003) Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad.

¹⁰ La definición de calidad natural de la Guía CONAMA es: "Es el valor de la unidad o valor de la concentración de un elemento o compuesto en el cuerpo y/o curso de agua continental superficial, que corresponde a la estimación de la

- iii) La calidad deberá ser determinada sobre la base de los usos prioritarios actuales, potenciales o futuros, la existencia de comunidades acuáticas, la calidad existente y el nivel de trofia que se desee conservar o recuperar para el caso de los cuerpos lacustres, fiordos, canales y estuarios.
- iv) Deberá considerarse la calidad natural del recurso y criterios sitio-específicos como la sensibilidad de las especies a las condiciones del medio natural en que habitan, las características físicas y químicas particulares del medio acuático, la biodisponibilidad, la toxicidad y la existencia de recursos hídricos que sustentan ecosistemas con características únicas, escasas y/o representativas.
- v) Podrán utilizarse los bioensayos y los bioindicadores como herramientas complementarias para determinar los impactos producidos sobre las comunidades acuáticas, los usos prioritarios y/o el estado trófico de los lagos, canales, fiordos y estuarios, entre otros.
- vi) Los valores de concentración de los elementos o compuestos que se proponen en la Guía, podrán ser modificados sobre la base de la calidad natural y de los criterios sitio-específicos, que resulten de estudios o investigaciones científicas¹¹.
- vii) Para la selección de los parámetros, se deberán considerar los Elementos o Compuestos Obligatorios y Principales¹².

La Guía CONAMA establece 67 parámetros y sus valores máximos y mínimos según clases de calidad a considerar en la dictación de las NSCA. Cabe destacar que esta guía no fue referida como documento de respaldo del AP NSCA del río Valdivia.

6.2.2 Estudio Cade-Idepe

En el informe de Cade-Idepe (2003) para asignar la calidad según clases de calidad, los parámetros seleccionados estuvieron formados por parámetros obligatorios y parámetros principales. Los parámetros obligatorios fueron 6 y siempre los mismos para todas las cuencas. Los parámetros principales eran propios de cada cuenca, por ser significativos desde el punto de vista de la calidad de agua. Los parámetros obligatorios definidos fueron: conductividad, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos y coliformes fecales. Para DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, la base de datos de la DGA no contenía registros en la cuenca del río Valdivia.

situación original del agua sin intervención antrópica más las situaciones permanentes, irreversibles o inmodificables de origen antrópico. Esta calidad será determinada para el caso de las aguas superficiales continentales, por la Dirección General de Aguas.

¹¹ A los que se refiere el Título II y III del Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (DS N° 93/95).

¹² Los parámetros obligatorios son aquellos compuestos que, por su significación nacional, son necesarios de controlar y los principales aquellos que representan la relevancia o particularidad de cada territorio (Propuesta técnica de asignación de la calidad para los cuerpos y cursos de aguas superficiales continentales, según el estudio "Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad").

Para seleccionar los parámetros principales, se compara el valor que aparece en el instructivo o guía como límite de la clase 0, con el valor máximo que alcanza el parámetro, incluyendo todos los registros de la Base de Datos Depurada (BDD). Aquellos parámetros cuyos valores máximos superan el límite de la clase 0 son seleccionados como principales. En el caso de la cuenca del río Valdivia, éstos fueron RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, cromo total, hierro, manganeso, aluminio, y mercurio. Es interesante notar que los parámetros sulfato y cloruro fueron seleccionados, aunque su presencia se haya debido a la influencia marina en algunas estaciones, una causa evidentemente natural (Cade-Idepe, 2003, p. 54).

6.3 ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN Y EXCLUSIÓN DE PARÁMETROS UTILIZADOS EN LA ACTUAL NSCA, Y DE LOS CRITERIOS DE FIJACIÓN DE VALORES

A continuación, se resume la información disponible en el expediente, para el anteproyecto y para el proyecto definitivo, respecto de los criterios de selección y exclusión de parámetros, además de los criterios de fijación de valores. La presentación de la información en el expediente es incompleta e inadecuada, ya que gran parte de la información de respaldo relevante se presenta en forma de copias de diapositivas de presentaciones powerpoint con tamaño de letra demasiado pequeño para ser legible. Debido a lo anterior, no es posible realizar un recuento completo del proceso de generación de parámetros y valores de la norma. Por lo tanto, a continuación, se presenta un resumen de la información disponible que es legible.

6.3.1 Respecto de la fijación de valores del anteproyecto

En la reunión 21 del Comité Operativo de la NSCA río Valdivia, celebrada el 28 de octubre de 2011, se acordaron criterios de fijación de valores. Se acordó disminuir la cantidad de estadígrafos de dispersión de valores (percentiles 40, 50, 66, 75, 80 y 90, y máximo histórico) a promedio, percentil 85 y máximo histórico, quedando establecidos de la siguiente manera:

- *Parámetros asociados a la litología (Fe y Al) se normarán con el valor promedio, debido a que este estadígrafo de tendencia central representa de mejor manera la variabilidad de la cuenca. Si esto efectivamente fue así, debido a que el criterio de evaluación de la norma es el percentil 85, implícitamente se buscó además mejorar la calidad histórica del agua respecto de estos dos parámetros.*
- *El OD se normará con el percentil 20, debido a que sólo en un 20% del período se han registrado concentraciones menores, lo cual representa la buena oxigenación de la cuenca. Además, estos valores permiten mantener un buen nivel de oxigenación del agua y es un valor adecuado para las comunidades bióticas. Nuevamente, en el caso del oxígeno, se buscó mejorar la calidad del agua, ya que se fijó la norma con un percentil mayor (20%), que el percentil de excedencia de la norma (15%). En este caso, la norma se cumple cuando los valores medidos exceden los valores de la norma, al contrario de los demás parámetros (salvo el pH, que tiene un rango de cumplimiento). El percentil del 20% significa que sólo el 20% de los valores históricos es menor al valor. Al definir el nivel de cumplimiento en el percentil 15, significa que sólo el 15% es menor, lo cual obliga a que los contenidos de oxígeno deben incrementarse para cumplir la norma.*
- *Parámetros con discontinuidad (CE, Cl, Na, SO₄) se normarán con máximo histórico en toda la cuenca. En forma particular para las áreas de vigilancia comprendidas entre Rucaco y San Luis de Alba sólo se utilizarán los datos hasta el año 2004 y los valores promedio, debido a que la serie histórica presenta una discontinuidad a partir de este período. En el caso de los parámetros CE, Cl, Na y SO₄, se habría normado con máximo histórico en toda la cuenca, debido a la variabilidad de estos parámetros, para evitar que los valores sean superados y generar una condición de latencia o saturación. Como el percentil de excedencia es el 85%, se permitiría un deterioro de la calidad de las aguas respecto de estos parámetros. Al utilizar las series de datos en las estaciones de Rucaco y San*

Luis de Alba sólo hasta 2004, se fijó como objetivo de calidad, la calidad del agua previo a la entrada en operación de Planta Valdivia de Arauco respecto de estos parámetros. Esto representa un sesgo importante, ya que no se realiza un análisis de la pertinencia de este criterio. Es decir, no se realizó un estudio del impacto sobre las comunidades biológicas de estas dos calidades de agua, considerando la serie completa de tiempo y la serie hasta el año 2004. Considerando que el efecto tóxico de estos parámetros es bajo, no cabe esperar efectos significativos sobre el tramo fluvial del río Cruces. Luego, en el tramo estuarial del río (SNCA), la influencia marina genera variaciones mucho mayores de estos parámetros por lo que tampoco cabe esperar ningún efecto. Por lo tanto, este sesgo en la fijación de los valores de la norma podría generar un impacto significativo negativo en una actividad productiva de la región sin generar un beneficio para los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Valdivia.

- *Los metales (Cu, Cr, Mn, Zn) se normarán con percentil p85.* Como el criterio de excedencia es el 85%, igual al criterio de fijación de valor de NSCA, se busca mantener la calidad histórica. El problema de elegir un percentil tan alto es que sólo tolera 1 excedencia para 8 mediciones (frecuencia de monitoreo trimestral en el período de 2 años). El percentil 66, en cambio, tolera 3 excedencias para las 8 mediciones. Aunque en el caso de estos parámetros, como muchos de los valores históricos son iguales al límite de detección, los percentiles 66 y 85 son similares, por lo que podría no haber problema por haber fijado un percentil tan alto.
- *Los nutrientes (NO₃, PO₄) se normarán con percentil p85.* Como el criterio de excedencia es el 85%, se busca mantener la calidad histórica. Nuevamente, este criterio sólo tolera 1 excedencia para 8 mediciones (frecuencia de monitoreo trimestral en el período de 2 años), por lo que el cumplimiento podría estar afecto a la variabilidad de estos parámetros.
- *El pH se normará con el rango histórico.*
- *En el Área de Vigilancia SNCA se determinarán los valores a normar a partir de los resultados del estudio de ERE, realizado sobre las especies de relevancia ecológica del SNCA. Se utilizarán los valores correspondientes al 70% de protección del ecosistema con un factor de seguridad de 50. Con lo cual se asegura la protección de estructura y funciones de este ecosistema.* No existen los antecedentes para definir la estructura y funciones de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Valdivia, por lo que ningún valor puede asegurar la protección de la estructura y funciones de los ecosistemas. Antes de definir criterios ecológicos se deben realizar los estudios que permitan conocer la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Valdivia. Además, la elección del objetivo de protección del 70% parece totalmente arbitraria. Es inaceptable un objetivo de protección de norma ambiental que declare que protege sólo al 70% de las especies, sobre todo considerando el valor ecológico de algunos de los ecosistemas de la cuenca como el SNCA.

Para el cálculo de los valores de la norma, se utilizaron las series de tiempo completas, es decir, toda la información histórica. Para la mayoría de los parámetros, la calidad objetivo histórica debería ser más exigente que la calidad actual, lo cual podría generar problemas de cumplimiento de la norma inmediatamente después de su entrada en vigencia.

En el acta y presentación del último comité ampliado, realizado el 17 de mayo de 2012, se vuelven a presentar los criterios de fijación de valores, los cuales se mantienen.

6.3.2 Respetto del criterio de excedencia del anteproyecto

Se menciona que debido a las características hidrológicas de la cuenca del río Valdivia, la cual presenta un período de alto caudal generalmente entre mayo y octubre y un período de bajo caudal generalmente entre noviembre y abril, se acordó que el criterio de excedencia para control de la norma sea el percentil 85 móvil, para un período de control de dos años. En la pág. 1.233 del expediente se justifica el criterio de excedencia del percentil 85 en reemplazo del percentil 66, definido en la guía CONAMA. Esta guía establece

que "Las aguas continentales superficiales y marinas cumplirán con las normas secundarias respectivas cuando el percentil 66 de las concentraciones de las muestras analizadas para un elemento o compuesto en un área de vigilancia, durante dos años consecutivos sea menor o igual a los límites establecidos." Establece además que la frecuencia mínima de muestreo para corrientes de agua no deberá ser inferior a 4 veces al año, con una distribución estacional.

Se señala que el criterio del percentil 66 es adecuado cuando se trata de cuerpos de agua cuya calidad es temporal y espacialmente homogénea. Sin embargo, cuando se trata de cuerpos o cursos de agua que presentan variabilidad, y considerando la escasa cantidad de monitoreos exigidos en el año (4 veces al año), la aplicación de la norma podría no cumplir con el objetivo de protección. Efectivamente, esto podría ser así en el caso de compuestos tóxicos, pero no en el caso de compuestos que no lo sean, como CE, SO₄, Na y Cl. Al utilizar percentiles mayores se arriesga el incumplimiento de la norma por variaciones naturales y también antrópicas, aunque la calidad promedio se mantenga o mejore.

En el caso del río Cruces, existen diferencias significativas de caudales a lo largo del año. Existen dos períodos, uno de caudal bajo de noviembre a abril, y otro de caudal alto de mayo a octubre. Las mayores concentraciones de parámetros se registran durante el período de caudal bajo, y las menores durante el período de caudal alto, siendo las diferencias muy marcadas. Se presenta un análisis para el río Cruces entre el 6 de abril de 2004 y el 17 de abril de 2007. Por ejemplo, para el parámetro conductividad, el promedio para meses de bajo caudal es 97 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para los meses de alto caudal 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ver pág. 1.390 del expediente, que muestra la conductividad en Ciruelos y Rucaco. Tanto para el verano 2006/2007 como para el verano 2007/2008, se superaría la NSCA de conductividad.

La aplicación del percentil 66 permitía que 3 de 8 monitoreos puedan superar la NSCA; sin embargo, con el criterio del percentil 85 sólo 1 de 8 monitoreos puede superar la NSCA. Como en el período de 2 años, al menos 4 mediciones serían en el período de bajo caudal, es altamente probable que se supere la norma por este motivo en los tramos RCII, RCIII y RCIV (debido a los parámetros conductividad, sodio, cloruro y sulfato), aunque la calidad promedio se mantenga o mejore. Para parámetros que presenten elevada variabilidad, deberían usarse otros criterios como el de concentración máxima histórica o el promedio para la fijación de valores y para evaluar el cumplimiento.

Nuevamente, la fijación del percentil 85 aparece como un sesgo que afectará las actividades productivas en la cuenca, sin que se haya evaluado la pertinencia de esta medida en términos de los beneficios para los ecosistemas. Además, la guía CONAMA recomienda usar el percentil 66 basado en la experiencia mundial, por lo que la justificación del percentil 85 debería ser más sólida, basada en simulaciones de excedencia con la información histórica y para toda la cuenca y para todos los parámetros. Además, deberían evaluarse los beneficios de basar la norma en el percentil 85.

6.3.3 Respetto de las áreas de vigilancia del anteproyecto

Las 8 áreas de vigilancia para la cuenca del río Valdivia en el anteproyecto se detallan en la Tabla 7. Cada una cuenta con estación de monitoreo y con suficiente información histórica.

Tabla 7 Áreas de vigilancia consideradas en el anteproyecto de NSCA del río Valdivia

Curso de Agua	Área de Vigilancia	Límites Área de Vigilancia	Coordenadas UTM	
			N	E
Río Cruces	RCI	Desde: Naciente Cruces	5.634.252	733.256
		Hasta: Río Cruces en Loncoche	5.639.216	704.953

Curso de Agua	Área de Vigilancia	Límites Área de Vigilancia	Coordenadas UTM	
			N	E
Río Cruces	RCII	De: Río Cruces en Loncoche	5.639.216	704.953
		Hasta: Río Cruces aguas abajo Rucaco	5.621.312	680.163
Río Cruces	RCIII	De: Río Cruces aguas abajo Rucaco	5.621.312	680.163
		Hasta: Río Cruces en Cahuincura	5.620.448	667.389
Río Cruces	RCIV	De: Río Cruces en Cahuincura	5.620.448	667.389
		Hasta: Río Cruces en San Luis de Alba	5.614.407	658.770
Río Cruces	SNCA	De: Río Cruces en San Luis de Alba	5.614.407	658.770
		Hasta: Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle	5.590.372	648.860
Río Valdivia	RV	De: Frente Club de Yates aguas arriba Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle	5.590.480	649.650
		Hasta: Río Valdivia en desembocadura bahía de Corral	5.585.128	649.650
Río San Pedro	RSP	De: Desagüe Lago Riñihue	5.595.015	717.500
		Hasta: Río San Pedro aguas arriba confluencia río Quinchilca	5.586.045	691.925
Río Calle Calle	RCCI	De: Río San Pedro aguas arriba confluencia río Quinchilca	5.586.045	691.925
		Hasta: Río Calle Calle en Balsa San Javier	5.592.245	674.754
Río Calle Calle	RCCII	De: Río Calle Calle en Balsa San Javier	5.592.245	674.754
		Hasta: Río Calle Calle en Cuesta Soto	5.593.991	656.144
Río Calle Calle	RCCIII	De: Río Calle Calle en Cuesta Soto	5.593.991	656.144
		Hasta: Frente Club de Yates aguas arriba Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle	5.590.480	649.650

6.3.4 Opinión sobre los valores y parámetros seleccionados

El análisis más completo de datos para la fijación de parámetros se realizó desde la 14ª hasta la 19ª reunión del comité operativo, entre el 3/8/2010 y el 14/9/2010. Como resultado de este análisis, se generó el anteproyecto definitivo (Res. Exenta 478 que aprueba el anteproyecto de NSCA del 1/6/2012).

CONAMA agrupó los parámetros de la norma en 4 categorías:

- Parámetros fundamentales: conductividad (CE), pH y OD.
- Parámetros antrópicos: aluminio, hierro, sodio, nitrato, fosfato y cobre.
- Parámetros naturales: aluminio, hierro y sodio.
- Parámetros a incorporar en el PVA: cloruro y cromo.

Se manifiestan los criterios considerados para seleccionar parámetros y fijar valores, como aquellos establecidos en la guía CONAMA para el establecimiento de NSCA:

- La calidad establecida no debe ser inferior a la calidad existente.
- Considerar usos prioritarios actuales, potenciales o futuros. La existencia de comunidades acuáticas, nivel de trofia, etc.
- Criterios sitio-específicos como sensibilidad de las especies, características físicas químicas particulares.

Respecto de la selección de parámetros, se menciona la necesidad de data histórica de al menos 5 años.

Respecto de la concentración, se menciona:

- Sin variabilidad histórica, utilizar percentil 66.
- Con variabilidad histórica, utilizar nivel máximo, promedio.

Éstos son los criterios muy generales que se desprenden de diapositivas powerpoint presentadas en las reuniones del comité operativo, donde no se presenta un análisis razonado de ellos. Los criterios de exclusión e inclusión de parámetros y de fijación de valores deberían ser cuantitativos y justificados, porque de lo contrario pueden quedar a discreción de los comités. Esta información de respaldo debió plasmarse en el documento de análisis técnico que acompaña a las NSCA, lo cual no ocurrió.

En un intento por explicar los criterios utilizados en base a la limitada información disponible, en la Tabla 8 y Tabla 9 se presentan los parámetros normados del anteproyecto del DS 1/2015 junto a los criterios más aproximados disponibles en el expediente. Luego, se presentan en la Tabla 10 los valores de la actual norma (AP NSCA del río Valdivia), para ver qué tanto cambiaron los valores definitivos respecto del anteproyecto del DS 1/2015, generado por el comité operativo.

En la Tabla 8 y la Tabla 9, se destacan en negrita aquellos valores con un criterio presentado durante los comités. Como puede verse, para la mayoría de los valores no existen criterios cuantitativos que puedan reproducirse. Para la mayoría de los casos se informaron los percentiles 66, debido a que el objetivo original era utilizar ese criterio para definir los valores; sin embargo, sólo al final se decidió utilizar el percentil 85. Como puede verse, sólo un par de valores cuenta con un respaldo en el expediente y, por lo tanto, la mayoría de los valores de los parámetros sólo aparece por primera vez en el anteproyecto de norma.

Tabla 8 Parámetros del anteproyecto de norma generado por el comité operativo para los ríos San Pedro (RSP), Calle Calle (RCC) y Valdivia (RV) (en negrita se destacan aquellos valores con respaldo en el expediente)

Elemento o Compuesto	Unidad	RSP (Estación DGA Riñihue)		RCC (Estación DGA Balsa San Javier)		RV (Estación DGA Transbordador)	
		Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio
pH	-	6,5-8	Rango	6,5-8,5	Rango	6,5-8,5	Rango
OD	mg/l	>8,3	P20	>8,9	(P25 >7,5)	>8	(P25 >7,5)
CE	µS/cm	100	(MH 71,3)	100	MH	-	-
Sulfato	mg/l	-	-	-	-	-	-
Sodio	mg/l	4,6	(MH 4,34)	4,6	MH	-	-
Cloruro	mg/l	5,3	(MH 4,7)	7,1	MH	-	-
Aluminio	mg/l	0,19	P66	0,36	(PRO 0,35)	0,47	(PRO, 0,52)
Cobre	mg/l	-	-	-	-	0,02	P85
Cromo	mg/l	-	-	0,013	(P25 0,01)	0,02	P66, P85
Hierro	mg/l	0,1	(P90 0,14)	0,19	(P66, P75 0,17)	0,41	(P66, 0,38)
Manganeso	mg/l	0,01	LD	0,02	(P66, P75 0,01)	0,04	P85

Elemento o Compuesto	Unidad	RSP (Estación DGA Riñihue)		RCC (Estación DGA Balsa San Javier)		RV (Estación DGA Transbordador)	
		Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio
Zinc	mg/l	0,02	(MH 0,08)	0,014	(PRO, 0,013)	0,02	P75
Nitrato	mg/l	0,08	(P66 0,04)	0,1	(P85 0,12)	0,19	(P75, 0,16)
Fosfato	mg/l	0,02	(P66 0,01)	0,02	(P66, P75 0,01)	0,03	(P75, 0,021)

PX: percentil X; PRO: Promedio; MH: máximo histórico; LD: límite de detección.

Tabla 9 Parámetros del anteproyecto de norma generado por el comité operativo para el río Cruces (RC) y el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter (SNCA) (en negrita se destacan aquellos valores con respaldo en el expediente)

Elemento o Compuesto	Unidad	RCI (Estación DGA Loncoche)		RCII (Estación DGA Rucaco)		RCIII (Estación DGA Cahuincura)		RCIV (Estación Fuerte San Luis de Alba)		SNCA	
		Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio
pH	-	6-7,5	Rango	6,5-8	Rango	6,5-8	Rango	6,5-8	Rango	6,5-8	¹
OD	mg/l	>9,4	P20	>8,8	P20	>9,7	P20	>8,5	P20	>8,5	¹
CE	μS/cm	100	(P66 46,7)	100	(P66 49,6)	100	(P80 102)	100	(P80 90,4)	-	-
Sulfato	mg/l	-	-	3	(P75 2)	7	(P50 4,1)	7,8	(P66 6,9)	-	-
Sodio	mg/l	4,4	(P66 3,4)	4,8	(P66 3,9)	8,3	(P66 8,7)	7,9	(P66 7,3)	-	-
Cloruro	mg/l	6,4	(P66 6,26)	5,6	(P66 4,9)	7,6	(P66 9,3)	8,1	(P66 10)	-	-
Aluminio	mg/l	0,44	(P66 0,5)	0,39	P66	0,5	MH	0,08	¹	0,22	¹
Cobre	mg/l	0,02	P66	-	-	0,02	MH	-	-	0,03	¹
Cromo	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hierro	mg/l	0,4	(P66 0,38)	0,5	(P66 0,46)	0,4	P66	0,14	PRO	0,39	¹
Manganeso	mg/l	0,04	(P66 0,03)	0,05	(P66 0,03)	0,04	(P66 0,03)	0,02	(PRO 0,014)	0,8	¹
Zinc	mg/l	0,02	(MH 0,05)	0,01	(MH 0,03)	0,018	¹	0,01	PRO	0,04	¹
Nitrato	mg/l	0,2	(P66 0,14)	0,19	(P66 0,15)	0,2	(P66 0,12)	0,5	(P66 0,41)	-	-
Fosfato	mg/l	0,05	(P66 0,04)	0,06	(P66 0,05)	0,03	P66	-	-	-	-

¹ Valor sin respaldo numérico en el expediente; PX: percentil X; PRO: Promedio; MH: máximo histórico; LD: límite de detección.

En la Tabla 10 de parámetros del AP NSCA del río Valdivia, se destacan en negrita aquellos valores que se tomaron del anteproyecto del DS 1/2015, y que fueron generados por el comité operativo. Como puede verse, la mayoría se generó con posterioridad a las sesiones del comité operativo, en base a criterios no consensuados ni suficientemente justificados, y sin que conste un respaldo técnico en el expediente.

En conclusión, la mayoría de los parámetros y valores normados no cuenta con un respaldo técnico explícito, que pueda evaluarse y discutirse, y los valores no pueden obtenerse a partir de la información contenida en el expediente de norma.

Tabla 10 Parámetros de la Norma AP NSCA del río Valdivia (en negrita se destacan aquellos valores con respaldo en el expediente)

Nº	Elemento o Compuesto	Unidad	RSP	RCCI	RCCII	RCCIII	RV	RC I	RC II	RC III	RC IV	SNCA
1	pH	-	6,3-8	6,3-8	6,3-8,5	6,3-8,5	6,3-8,5	6,3-8	6,3-8	6,3-8	6,3-8	6,3-8,5
2	OD	mg/l	>9	>9	>9	>8	>8	>9	>9	>9	>9	>8
3	CE	µS/cm	70	70	-	-	-	70	70	70	70	-
4	Sulfato	mg/l	3	3	-	-	-	3	7	7	7,8	-
5	Sodio	mg/l	4,6	4,6	-	-	-	4,4	8,3	8,3	7,9	-
6	Cloruro	mg/l	5,3	7,1	-	-	-	6,4	7,6	7,6	8,1	-
7	DBO	mg/l	2	2	2	2	3	2,5	2,5	2,5	2,5	3
8	Aluminio (total)	mg/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,22	0,22
9	Aluminio (dis.)	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
10	Cobre (total)	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
11	Cobre (dis.)	mg/l	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
12	Cromo (total)	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
13	Hierro (total)	mg/l	0,1	0,2	0,2	0,2	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
14	Hierro (dis.)	mg/l	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
15	Mangan. (total)	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,14
16	Mangan. (dis.)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
17	Zinc (total)	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,023	0,023	0,023	0,023
18	Zinc (disuelto)	mg/l	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
19	Nitrato	mg/l N-NO ₃	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
20	Fosfato	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
21	AOX	mg/l	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006

7 CONCLUSIONES

7.1 RESPECTO DE LA REVISIÓN CRÍTICA DEL DOCUMENTO "APROXIMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA Y EVALUACIÓN DE RIESGO TEÓRICO EN APOYO A LA ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE N.S.C.A. PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS"

- El estudio presenta inconsistencias significativas al inducir a concluir erróneamente a partir de las secciones de objetivos y conclusiones, que el listado de especies propuesto para realizar bioensayos es ecológicamente relevante, por cuanto, como se señala en el mismo informe "...las relaciones de alimento y las fuerzas de interacciones entre las especies son desconocidas, por lo tanto, es difícil reconocer bajo este marco teórico las especies claves o relevantes del SNCA". Por una parte se señala que "La información recopilada ha permitido caracterizar la estructura comunitaria que presenta este humedal y determinar especies de relevancia ecológica en el ecosistema", y por otra que "... se plantea la necesidad de abrir líneas de investigación tendientes a establecer la estructura trófica del sistema".
- La metodología de cálculo del riesgo ecológico no está descrita con el suficiente nivel de detalle como para ser replicada, ni se presenta suficiente información de validación respecto del procedimiento de cálculo y aplicación en normas extranjeras. El principal respaldo metodológico es una autoreferencia a una publicación no científica de los autores.
- Una limitación importante del cálculo de riesgo ecológico que seguramente obedece a restricciones presupuestarias es que se realizó sólo para 7 parámetros, sin existir una justificación de esta selección.
- El estudio presenta sesgos significativos, al realizar la evaluación de riesgo ecológico en base a los datos de monitoreo de las dos estaciones que están directamente aguas abajo de Planta Valdivia, existiendo otras 15 estaciones aledañas al SNCA, y sin justificar la elección; y al promover el riesgo ecológico como criterio de fijación de valores de las NSCA del río Valdivia, aun cuando el conocimiento de los ecosistemas hídricos es manifiestamente insuficiente.
- La importancia de este estudio para el proceso de elaboración de NSCA para la cuenca del río Valdivia, fue la selección de especies locales "ecológicamente relevantes" que serían consideradas en la realización de una evaluación de riesgo ecológico con especies locales.
- En resumen, el estudio le dedica muy poco contenido a la descripción, validación y discusión de resultados y suficiencia de información, de la metodología de cálculo de riesgo ecológico como criterio de fijación de parámetros de las NSCA del río Valdivia, sobre todo considerando que esta metodología nunca había sido utilizada en el país.

7.2. RESPECTO DE LA REVISIÓN CRÍTICA DEL DOCUMENTO "EVALUACIÓN DE RIESGO ECOLÓGICO PARA EL SANTUARIO DE LA NATURALEZA CARLOS ANWANDTER COMO APOYO A LA ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS"

- El estudio presenta una contradicción significativa al referirse a las especies utilizadas en los bioensayos como especies locales de relevancia ecológica, siendo que no existe la información suficiente para caracterizar y jerarquizar la relevancia ecológica de las especies del SNCA. Correctamente se señala que "...en el Santuario del Río Cruces poseemos la información biológica desde una perspectiva cualitativa. Sin embargo, las relaciones de alimento y las fuerzas de interacciones entre las especies son desconocidas, por lo tanto es difícil reconocer bajo este marco teórico las especies claves o relevantes del Santuario del río Cruces por lo que se plantea la necesidad de abrir líneas de investigación tendientes a establecer la estructura trófica del sistema."

- Adicionalmente, el estudio presenta un sesgo preservacionista en la fijación de los valores de las NSCA, al seleccionarse las especies más sensibles para la realización del ERE, basado en un "enfoque ecotoxicológico". Se señala que "...bajo este enfoque, el rol ecológico de las especies seleccionadas no es el factor más relevante para propiciar la protección del ecosistema, si no cuan sensible son a la contaminación ya que a través de esta característica es posible proponer valores estimados en la norma secundaria de calidad ambiental para cada parámetro químico, siendo éstos más exigentes para proteger a las especies que conforman el ecosistema."
- La selección de especies para los bioensayos no representa el consenso del panel de expertos convocado para este fin, ya que sólo 2 de las 11 especies locales/nativas seleccionadas por el panel de expertos fueron utilizadas. Tampoco se respetó la distribución de especies seleccionadas por el panel de expertos, al asignársele una importancia relativa mucho mayor a especies de zooplancton (presencia de 45% vs el 9% en la lista del panel de expertos), que son más sensibles. Por último, las especies de macrofauna bentónica ensayadas no eran locales, sino que fueron obtenidas de un afluente del lago Colico, lo cual no fue justificado.
- Una limitación importante de este estudio de ERE es que se realizó sólo para 5 parámetros, sin que se haya justificado la priorización de parámetros. Lo anterior, como se señala en el expediente de norma, obedeció a restricciones presupuestarias.
- No se dan suficientes detalles metodológicos para reproducir los bioensayos. La mayoría de la información de identificación, aislamiento y masificación de especies locales/nativas seleccionadas no se entregó ni referenció, sin la cual ningún laboratorio puede reproducir los resultados.
- El riesgo ecológico se evaluó utilizando un enfoque probabilístico, el cual toma en cuenta la variabilidad en la respuesta tóxica de las especies representativas de un ecosistema. Por lo tanto, la selección de especies más sensibles para determinar la respuesta a la toxicidad de las especies en su conjunto es contradictorio con el enfoque.
- Una debilidad importante del análisis es que no se indican las fuentes de datos para la información de exposición (estaciones de monitoreo y fechas de monitoreo). La elección de factores de seguridad (50 y 100) y el % de protección de especies (70%) en la aplicación del método tampoco está justificada. En el caso de los factores de seguridad se referencia un reporte de la OECD, pero no se hace un análisis de las fuentes de incertidumbre para validar estos valores. Además, es contradictorio con los objetivos de las NSCA que se propongan valores que sólo protegen al 70% de las especies.
- La mayoría de las especies seleccionadas por el comité de expertos como especies clave eran macrófitas, ninguna de las cuales fue aparentemente considerada en la evaluación de riesgo ecológico. El estudio concluye que "resultados preliminares permiten establecer en general efectos significativos (LOEC) sobre la actividad fotosintética (*Myriophyllum* sp.) en relación al control para Al 2 mg/L; Fe de 2 mg/L; Mn 5 mg/L y Zn 5 mg/L". Sin embargo, en la p. 123 del estudio se indica que si bien se realizó la recolección, mantención y bioensayos con *Myriophyllum* sp., estas especies no permitieron estimar LOEC y NOEC, debido a la baja actividad fotosintética de las plantas capturadas y el tiempo considerado en este estudio. Por lo tanto, no queda claro cuál podría ser la validez de estos resultados preliminares. Tampoco queda clara la utilización que se les dio a estos resultados de toxicidad crónica, ya que el método probabilístico utilizado se basa en datos de toxicidad aguda (LC50).
- En síntesis, la metodología de evaluación de riesgo ecológico probabilística y su forma de aplicación en el caso del SNCA no está suficientemente respaldada ni validada. Tampoco se informa como esta metodología ha sido aplicada internacionalmente.
- Otros informes solicitados a terceros y que forman parte del expediente de la norma fueron revisados por especialistas, y las revisiones y respuestas a las observaciones formuladas forman parte del expediente. En este caso no hubo una revisión, la cual hubiera dejado en evidencia los errores metodológicos, la falta de información y los sesgos del informe.

7.3 RESPECTO DE LA REVISIÓN CRÍTICA DEL DOCUMENTO "INFORME TÉCNICO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA"

- Este documento debió sintetizar toda la información incorporada al proceso de elaboración de la NSCA y que sirviera de justificación y respaldo al AP NSCA del río Valdivia; sin embargo, el informe no fue diseñado para servir de respaldo técnico de la norma, sino como un reporte de análisis y mejora del DS 1/2015.
- Respecto de los aspectos formales del documento, éste adolece de un formato adecuado. No se incluyen citas en el documento para respaldar gran parte de lo que se afirma en él, y algunas citas son erróneas, y se citan nuevos documentos que no son parte del expediente público y que no están disponibles para su análisis. Si bien éste es un informe técnico, es el documento que justifica las NSCA de la cuenca del río Valdivia, por lo que debería tener mayor rigor científico y formal.
- El informe introduce una nueva metodología para establecer clases de calidad para la cuenca del río Valdivia que no está suficientemente validada. Las clases de calidad son necesarias para determinar el nivel de protección de las NSCA.
- También se incluye una justificación para incluir las concentraciones totales de metales como parámetros de las NSCA, que presenta muchos errores conceptuales y sesgos significativos. Por ejemplo, se menciona el estándar para Al total de la US EPA de 1988, cuando con posterioridad en 1993, el documento "Office of Water Policy and Technical Guidance on Interpretation and Implementation of Aquatic Life Metals Criteria", menciona que la política desde entonces será utilizar la concentración de metales disueltos para fijar y medir cumplimiento de los estándares de calidad del agua, basado en el consenso científico dentro y fuera de la EPA.
- El informe destaca la utilización de la herramienta de Evaluación de Riesgo Ecológico (ERE) para determinar los niveles máximos de tolerancia de aquellas especies locales claves o aquellas que por su importancia funcional son especies de relevancia ecológica en estos sistemas. Como no se realizó una descripción de los ecosistemas, ni tampoco un estudio de diversidad, abundancia y función ecosistémica de especies, no se puede hablar de especies locales claves ni relevantes ecológicamente, por lo que se hace un uso erróneo de este estudio a lo largo del informe.
- Se deberían iniciar los estudios ecosistémicos que permitan conocer cabalmente todos los ecosistemas hídricos de la cuenca (y no sólo los del SNCA), para luego generar NSCA que no sean discrecionales.
- El informe presenta una justificación incompleta de la selección de parámetros a normar, ya que no se mencionan todos los parámetros, y además es muy general. Los criterios de selección deberían ser cuantitativos.
- Respecto del cumplimiento de las NSCA (Informe Técnico, DS 1/2015), el análisis de la calidad actual basado en mediciones de la DGA durante el período 2008-2012 indica que las zonas de vigilancia RCII y RCIII no cumplirán las NSCA de CE, sulfato, sodio y cloruro. Cabe destacar que estos parámetros no están normados en el SNCA por la influencia marina. Es decir, el incumplimiento no genera efectos aguas abajo en el SNCA, sólo en RCII, RCIII y RCIV.
- El Informe Técnico del DS 1/2015 presenta un análisis de información de monitoreo de la DGA para 6 de las 10 áreas de vigilancia del AP NSCA del río Valdivia en el período 2008 al 2012, para sólo 15 de los 21 parámetros con NSCA. Posteriormente, el Informe Técnico actual del AP NSCA río Valdivia presenta información de monitoreo de la UACH para los metales totales y disueltos Al, Cu, Fe, Mn, y Zn y para la DBO. La cobertura espacial y temporal de este programa de monitoreo es limitada para servir de fundamento técnico de las NSCA de la cuenca del río Valdivia, por cuanto se focaliza en el SNCA; sólo considera 8 puntos de monitoreo que en su mayoría no coinciden con los puntos de control del AP NSCA río Valdivia, y sólo se obtienen 5 datos para cada uno de estos parámetros. Para los metales propios de la litología de la cuenca Al, Fe y Mn, se constata la dificultad de normar metales totales.

Respecto del análisis crítico de las "Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del río Valdivia" (AP NSCA del río Valdivia):

- El documento de las NSCA establece que el objetivo de las NSCA es conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos, a través de la mantención o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca. Lamentablemente, no existe ningún documento técnico que sirva de guía para lograr estos objetivos. Los esfuerzos en tal sentido estaban sintetizados en la guía CONAMA; sin embargo, ésta ni siquiera se menciona entre los documentos que se tuvieron presentes en la elaboración de las NSCA (aunque es citada numerosas veces en el expediente de norma).
- El documento de NSCA señala que el AGIES estima un costo de 1,2 a 1,8 millones de dólares anuales asociados a la eventual implementación de un plan de descontaminación. Este monto es extremadamente bajo, considerando los incumplimientos identificados en el documento de análisis técnico. Estimamos que el costo asociado a la implementación de un plan de descontaminación sería de dos órdenes de magnitud mayor, basado en las necesidades de tratamiento y los costos de capital y operación asociados.
- Respecto a los criterios de fijación de valores de NSCA del anteproyecto, se señala en el expediente (reunión 21 del Comité Operativo de la NSCA río Valdivia, celebrada el 28 de octubre de 2011) que "Parámetros con discontinuidad (CE, Cl, Na, SO₄) se normarán con máximo histórico en toda la cuenca. En forma particular para las áreas de vigilancia comprendidas entre Rucaco y San Luis de Alba sólo se utilizarán los datos hasta el año 2004 y los valores promedio, debido a que la serie histórica presenta una discontinuidad a partir de este período. Al utilizar las series de datos en las estaciones de Rucaco y San Luis de Alba sólo hasta 2004, se fijó como objetivo de calidad, la calidad del agua previo a la entrada en operación de Planta Valdivia de Arauco respecto de estos parámetros. Esto representa un sesgo importante, ya que no se realiza un análisis de la pertinencia de este criterio, por cuanto las diferencias son poco significativas si se comparan con los umbrales de toxicidad de estos parámetros para un amplio rango de especies.
- La adopción del criterio de excedencia del percentil 85 afectará las actividades productivas en la cuenca al promover incumplimientos de parámetros que presentan estacionalidad como la CE, cloruro, sodio y sulfato en tramos del río Cruces, sin que se haya evaluado la pertinencia de esta medida en términos de los beneficios para los ecosistemas.
- Respecto del proceso de fijación de valores de la norma, al carecer de una guía metodológica para tal efecto, éste careció de consistencia y fue poco transparente, como se desprende de las diferencias de parámetros y valores de las diferentes versiones de anteproyecto y de proyecto de norma. Es más, la mayoría de los valores de las NSCA se generaron con posterioridad a las sesiones del comité operativo, en base a criterios no consensuados ni suficientemente justificados, y sin que conste un respaldo técnico en el expediente. La fijación de cada valor de las NSCA debería ser trazable en el expediente de la norma a decisiones del comité operativo o de las autoridades ambientales, debidamente respaldadas y justificadas en antecedentes y criterios consensuados o explicitados.